This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 639 638

6422

530.5
A613
Ser.1

ANNALEN
DER
PHYSIK.

Stanford Library

ANGEFANGEN
VON
D. FRIEDR. ALBR. CARL GREN,
FORTGESETZT
VON
LUDWIG WILHELM GILBERT,
PROFESSOR ZU HALLE.

ZWEITER BAND.

MIT ACHT KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1799.

STANFORD LIBRARY

142407

INHALT.

Zweiten Bandes erſtes Stück.

I. Verſuche, um die Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen, von Henry Cavendiſh, Esq. F. R. S., erläutert vom Herausgeber Seite 1
(Beſchreibung des Apparats. — Verſuche. — Methode, aus dieſen Verſuchen die Dichtigkeit der Erde zu berechnen, — Reſultate.)

II. Bemerkungen des Herausgebers über die Anziehung verſchiedener Körper unter einander, ſammt Verſuchen darüber vom Herrn Oberſanitätsrath und Prof. Hermbſtädt in Berlin 63

III. Beiträge zur Hygrometrie, von M. A. F. Lüdicke, (Fortſetzung:)

5. Bemerkungen über das Stein- und Glas-Hygrometer in Beziehung auf den Zuſatz in Band I, Seite 314 70

6. Ein neuer Hygrometerſtein 75

Zuſatz. Beſchreibung einer ſchönen Kryſtalliſation 78

IV. Einige Beobachtungen über den Galvanismus in der anorgiſchen Natur, und über den Zuſammenhang der Electricität mit der chemiſchen Qualität der Körper, von Joh. Wilh. Ritter 80

V. Ueber drehende Schwingungen eines Stabs, von C. F. F. Chladni 87

VI. Beſchreibung eines Dynamometers, (Kraftmeſſers,) und der damit angeſtellten Verſuche zur Schätzung der Kräfte der Menſchen, der Thiere und des Widerſtandes der Maſchinen, vom Bürger Regnier 91

VII. Ueber die Schweife der Kometen und die ihnen ähnlichen Erſcheinungen am Himmel, von J. G. G. Rüdiger zu Wettin Seite 99
VIII. Verſuche mit künſtlicher Kälte, zu Band I, Seite 479 107
IX. Preisverzeichniſs der gangbarſten, beſonders meteorologiſchen Inſtrumente bei Joh. Jac. Renard, Mechanikus der Akademie der Wiſſenſchaften in Berlin 119

Zweiten Bandes zweites Stück.

I. G. C. Lichtenberg's Bemerkungen über einen Aufſatz des Herrn Hofr. Mayer zu Erlangen: Ueber den Regen, und Hrn. de Lüc's Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie. Seite 121
II. Unterſuchungen der Luft, welche aus dem Waſſer durch electriſche Funken entwickelt wird, von George Pearſon, F. R. S. 154
(Verſuche; darauf gegründete Hypotheſen; Beurtheilung dieſer Hypotheſen.)
III. Beſchreibung eines ſehr einfachen von John Cuthbertſon erfundenen Apparats, um durch Verbrennung von Waſſerſtoffgas Waſſer zu erzeugen 181
IV. Von den verſchiedenen Gasmeſſern, und Beſchreibung des von Séguin erfundenen Gazometers 185
V. Electriſche Verſuche mit kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas, von Will. Henry 194
VI. Verſuche der *Geſellſchaft Amſterdammer Phyſiker* über drei verſchiedene Arten von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas, welche ſich aus Alkohol und Aether entwickeln laſſen 201

VII. Beſchreibung eines ſehr einfachen Apparats, um die Produkte beim Verbrennen der Oehle zu unterſuchen; von Herrn D. van Marum . Seite 216
VIII. Neue Verſuche der *Geſellſchaft Amſterdammer Phyſiker* über die vorgebliche Verwandlung des Waſſers in Stickgas 220
IX. Ueber den Rückſchlag, vom Prof. Egidius Heller in Fulda 223
X. Beſchreibung eines Areometers von ganz neuer Einrichtung, erfunden von Say, Ingenieur-Hauptmann 230
XI. Anweiſung zum Gebrauch des Areometers von Say, ohne Barometerbeobachtungen; allgemeiner Beweis des Mariottiſchen Geſetzes, und Bemerkungen über dieſes Geſetz; von L. A. von Arnim 238
XII. Ueber die von Sömmering entdeckte Oeffnung in der Netzhaut, nach Home 246

Zweiten Bandes drittes Stück.

I. Verſuche und Bemerkungen über die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten, vom Herrn Grafen von Rumford in London. Zweiter Theil, mit Bemerkungen von Pictet und Nicholſon Seite 249
Deſſelben Unterſuchungen über die chemiſchen Wirkungen, die man dem Lichte zuſchreibt, mit einem Zuſatze von le Sage 273
II. Beſchreibung neuer Thermometer. 287
1. Lemaiſtre's Beſchreibung eines von Six erfundenen Thermometers, welches den gröſsten und geringſten Wärmegrad, der

während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet 287
2. Beſchreibung eines Thermometrographen, angegeben von L. A. von Arnim 289
3. Herrn D. Juch's Dampf-Thermometer 296
III. Verſuche und Bemerkungen über die Bewegungen des Kamphers auf dem Waſſer, von J. B. Venturi, Profeſſor der Phyſik zu Modena 298
Anhang einiger verwandter Bemerkungen 309
IV. Beſchreibung neuer Barometer, mit einigen Zuſätzen von L. A. v. A. 311
1. Prony's Barometer an einer Wage 311
2. Conté's neue Barometer nebſt Bemerkungen 313
3. A. von Humboldt's Reiſe-Barometer 321
4. Gödeking's Reiſe-Barometer 324
5. Eine Verbeſſerung des Heber-Barometers nach Brander und ein neues Reiſe-Barometer von Herrn F. W. Voigt in Jena 327
6. Einige Bemerkungen über das Heber-Barometer, von L. A. v. A. 332
7. Beitrag zur Geſchichte der Barometer, von einem Ungenannten 334
V. Ueber den Urſprung des unterirdiſchen Waſſers, von J. K. P. Grimm. Prof. der Phyſik an der königl. Friedrichs-Schule und der Artillerie-Akademie in Breslau 336
VI. Ein Paar Bemerkungen über unterirdiſche Waſſer, von Baillet und Vulliamy 346
VII. Verſuch über einen beſondern Schein im Waſſer der Oſt-See, oder das in den Scheeren von Wermdö ſogenannte Schwachfeuer, (*Marelden*,) von Olof Wästström 352

VIII. Einige Barometerbeobachtungen Seite 359
1. Beſtimmung der Barometerhöhe am Ufer des Meers, von Fleuriau Bellevue 359
2. Tägliche Veränderungen der Atmoſphäre, am Barometer beobachtet von dem Bürger Duc-Lachapelle 361
IX. Auszüge aus Briefen 363
1. Des Herrn van Mons in Brüſſel an den Herausgeber, (Plan der Annalen. van Mons *Elémens de Phyſique.* Neue Umarbeitung von Briſſons *Dict. de Phyſique.* Malacarnes Erklärung der Kälte auf hohen Bergen beurtheilt. van Mons Verſuche mit Sauerſtoffgas, das durch Kälte und Druck condenſirt war. Endliche Beſtimmung des Mètre.) 363
2. Candolles an Delamétherie über eine von holländiſchen Chemikern neu entdeckte Eigenſchaft der Kohle 366
3. Der Herren Lüdicke und Grimm an den Herausgeber 367

Zweiten Bandes viertes Stück.

1. Reſultate einiger Verſuche, welche angeſtellt wurden, um die vom Herrn Prof. Würtzer in Bonn behauptete Verwandlung des Waſſers in Stickſtoffgas zu prüfen, von Adam Wilhelm Hauch, königl. Däniſchem Hofmarſchall, Ritter vom Dannebroge und Mitgliede mehrerer gelehrten Geſellſchaften. (Der königl. Dän. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften zu Kopenhagen vorgelegt im Mai 1799.) 369

II. Verſuche über das Verbrennen des Diamanten, von Guyton . . . Seite 387
III. Bemerkungen über die Bewegung und den Widerſtand flüſſiger Körper, von Samuel Vince, Prof. zu Cambridge, F. R. S. 399
IV. Unterſuchungen und Erfahrungen über die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedener hydrauliſcher Erſcheinungen, von J. B. Venturi, Prof. der Phyſik zu Modena 418
V. Einige Bemerkungen zu Guytons Abhandlung über das Verbrennen des Diamanten, vom Herausgeber. (Zu Seite 400.) 466
VI. Ueber das Verſchlucken verſchiedener Gasarten durch die Kohle; in einem Schreiben Candolles aus Genf an Delamétherie 480
VII. Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas; aus einem Briefe H. Davy's an Will. Nicholſon 482
VIII. Einiges aus Gren's nachgelaſſenen Papieren 483
1. Güte der Steinkohlen und der Braunkohlen, die ſich um Halle finden 483
2. Unterſuchung der Mutterlauge der Salzſohle aus dem königl. Siedehauſe zu Halle, die nach einem wöchentlichen Sieden übrig bleibt 485

ANNALEN DER PHYSIK.

ZWEITER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

VERSUCHE,

um die Dichtigkeit der Erde zu bestimmen,

von

HENRY CAVENDISH, Esq. F. R. S., *)

erläutert

vom

Herausgeber.

Beschreibung des Apparats.

Schon vor vielen Jahren hatte der verstorbene John Michell, Mitglied der Londner Societät der Wissenschaften, auf Mittel gedacht, die Anziehung kleiner Massen so merkbar zu machen, dafs man daraus die Dichtigkeit des Erdkörpers bestim-

*) Ausgezogen aus den *Philosoph. Transact. of the R. Soc. of London for* 1798, P. 2, p. 469—526.

men könne. Andere Unterſuchungen beſchäftigten ihn indeſs ſo, daſs er den Apparat, den er dazu erdacht hatte, erſt kurz vor ſeinem Tode vollenden und damit keinen Verſuch mehr anſtellen konnte. Dieſer Apparat kam aus ſeinem Nachlaſſe an den Profeſſor Wollaſton zu Cambridge, der ihn mir gab, da es ihm an der gehörigen Bequemlichkeit zu ſolchen Verſuchen fehlte.

Die Vorrichtung iſt ſehr einfach. Ein 6 Fuſs langer Arm aus Holz, ſo gearbeitet, daſs er äuſserſt leicht, aber doch hinreichend ſtark iſt, hängt in ſeiner Mitte an einem dünnen, 40 Zoll langen Drahte vollkommen horizontal, und trägt an jedem der beiden Enden eine Bleikugel, 2 Zoll im Durchmeſſer. Ein enges hölzernes Gehäuſe umgiebt das Ganze, um den Luftzug abzuhalten.

Jede Kraft, die den Draht zu winden vermag, reicht hin, den Arm in horizontaler Lage zu drehen. Iſt daher der Draht nur fein genug, ſo muſs die kleinſte Kraft, z. B. die Anziehung von Bleikugeln, den Arm ſchon merkbar drehen. Michell wollte daher zwei Bleikugeln von 8 Zoll Durchmeſſer, auſserhalb des Gehäuſes, den beiden Kugeln, die an dem Arme herabhängen, genau gegenüber, ſo anbringen, daſs ihre Anziehung den Arm an einerlei Seite zu drehen ſtrebe, und wenn der Rand des Arms in dieſer Lage genau bemerkt wäre, beide Kugeln an die entgegengeſetzten Seiten des Gehäuſes verſetzen. Ihre Anziehung muſste dann den Arm nach der entgegengeſetzten Seite zu bewegen;

und wurde der Stand deſſelben auch in dieſer Lage bemerkt, ſo gab die Hälfte des Unterſchiedes zwiſchen beiden Lagen den Bogen, um welchen die Anziehung beider Kugeln den Arm gedreht hatte.

Will man hieraus auf die Dichtigkeit der Erde ſchlieſsen, ſo muſs zuvor die Gröſse der Kraft beſtimmt werden, die erfordert wird, um den Arm durch einen gegebenen Bogen zu drehen. Dieſe Kraft dachte Michell aus der Zeit zu finden, wie lange der Arm, wenn er bewegt wird, vibrirt, und in der That läſst ſich das daraus leicht berechnen. *)

Da die Kraft, mit welcher die herabhangenden Kugeln von den beiden Bleimaſſen angezogen werden, ausnehmend geringe, nicht o,0000002 ihrer Schwere iſt; ſo muſs der geringſte ſtörende Umſtand den Erfolg des Verſuchs hindern. Wogegen es hierbei am ſchwerſten iſt, ſich zu ſichern, iſt die Störung durch Wärme und Kälte. Iſt eine Seite des Gehäuſes wärmer als die andere, ſo dehnt ſich die Luft an jener Seite aus, ſteigt folglich dort in die Höhe, indeſs die an der kältern Seite herabſinkt, und dieſer Luftſtrom bringt den Arm, wie die folgenden Verſuche zeigen, ſehr merkbar aus

*) Einer ähnlichen Einrichtung hat ſich Coulomb bedient, um eine groſse Menge ſehr geringer Anziehungen zu meſſen. Ehe jedoch irgend etwas von Coulomb's Verſuchen bekannt geworden war, hatte mir Michell ſchon dieſe Methode, deren er ſich zu ſeiner Unterſuchung bedienen wollte, mitgetheilt. C.

ſeiner Lage. *) Um dieſe Störung möglichſt zu vermeiden, ſetzte ich den Apparat in eine Stube, die beſtändig verſchloſſen blieb, beobachtete den Stand des Arms von auſsen durch ein Teleſcop, und verband die Bleimaſſen mit einem Mechanismus, vermittelſt deſſen ſie ſich von auſsen bewegen lieſsen. Dieſes machte einige Veränderungen an Michell's Apparate nothwendig: und da er mir über dies noch in mancher Hinſicht einer zweckmäſsigern Einrichtung fähig ſchien, auch der Arm, der bloſs aus Holz beſtand, von einer zur Berechnung der Anziehung unbequemen Form war, und, ſeiner gröſsern Stärke ungeachtet, ſich geworfen hatte; ſo lieſs ich einen ganz neuen Apparat verfertigen.

Fig. 1, Taf. I, ſtellt einen ſenkrechten Längendurchſchnitt durch den Apparat und die Stube im 26ſten Theile der wahren Gröſse vor. *ABCDEF*

*) Caſſini bemerkte bei ſeinen Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel auf der Pariſer Sternwarte, daſs die Nadel, (die an einem ſeidenen Faden hing, und an der die geringſten Veränderungen der Lage merkbar waren,) ſich zur Seite bewege, ſo oft er nahe bei ihr ſtand, um ſie zu beobachten. Höchſt wahrſcheinlich kam das von einem ſolchen Luftzuge her, der ſich ſogleich in dem einige Zoll tiefen metallenen Gehäuſe der Nadel bildete, da Metall ein ſo viel beſſerer Wärmeleiter als Holz iſt. Um dieſen Luftzug zu hemmen, iſt es rathſam, die Büchſe ſo niedrig als möglich zu machen, ſo daſs die Nadel in ihr nur eben ein freies Spiel behält. C.

ist das Gehäuse von Mahagoniholz. Es wird von vier Schrauben *S* getragen, die auf festen Pfeilern ruhen, und läfst sich vermittelst ihrer horizontal stellen. An den Drähten *hx* hängen zwei Bleikugeln *x*, die 2 Zoll im Durchmesser haben, von dem Arme herab. Der Arm ist aus einem dünnen hölzernen Stabe *hmh*, und dem angespannten Silberdrahte *hgh* zusammengesetzt, und, seiner grofsen Leichtigkeit ungeachtet, doch stark genug, um die beiden Kugeln zu tragen, ohne sich zu krümmen. Er hängt an dem Drahte *lg*, der am obern sowohl, als am untern Ende in *g*, von messingenen Klöbchen, (*clips*,) gehalten und in sie vermittelst Schrauben eingeklemmt wird. *) Der obere Träger *l* läfst sich drehen, indem eine Schraube ohne Ende, die an dem hölzernen Stabe *FK* sitzt, in ein gezähntes Rad am Träger eingreift. Zugleich wird der Draht und der ganze Arm gedreht, so dafs der Beobachter aufserhalb der Stube diesen willkührlich stellen kann.

GG sind die Mauern des Zimmers, und *HH* ist ein Balken, durch welchen, genau senkrecht über dem Mittelpunkte des Arms, ein Loch gebohrt, und der Stift *p* gesteckt ist. Von diesem Stifte hängen die kupfernen Stäbe *PrR* herab; ein hölzerner Sparren *rr* hält sie aus einander; und an sie

*) Eine genauere Beschreibung des Arms findet man weiter unten bei der Methode, die Dichtigkeit der Erde aus den Beobachtungen zu berechnen. d. H.

ſind zu unterſt die beiden Bleimaſſen *W* befeſtigt, deren Anziehung auf die Kugeln *x* die Drehung des Arms bewirken ſoll. — Auf den Stift *p* iſt zugleich eine Rolle *MM* angenietet, die horizontal liegt, und ſich mittelſt eines darum geſchlagenen Fadens *Mm*, der durch die Mauer hindurchgeht, von aufsen hin und her drehen läſst. Dadurch werden die Bleimaſſen *W* in einem Kreiſe gedreht, ſo daſs ſie ſich aus einer Lage am Gehäuſe in die entgegengeſetzte bringen laſſen. Ein eingemauertes Holz verhindert ſie, ſich dem Gehäuſe über $\frac{1}{4}$ Zoll weit zu nahen, und gegen dieſes Holz konnten ſie mit ziemlicher Kraft gegenſchlagen, ohne den Apparat merklich zu erſchüttern.

Die Lage des Arms wird vermittelſt zweier elfenbeinerner Scalen beſtimmt, worauf der Zoll in 20 gleiche Theile getheilt iſt, und die im Gehäuſe ſo dicht als möglich neben den Enden des Arms befeſtigt ſind, doch ſo, daſs dieſer ſie nicht berührt. Die Arme ſelbſt ſind mit elfenbeinernen Verniers verſehen, welche ein Fünftel jener Theile angeben, daher ſich die Lage des Arms bis auf $\frac{1}{100}$ Zoll, und durch Schätzung noch genauer beſtimmen läſst. Die Theilung geht von der einen Seite bis zur andern fort, ſo daſs der 20ſte Theilſtrich ungefähr in der Mitte des Gehäuſes liegt, welches ſo ſchmal iſt, daſs die Kugeln ſchon an daſſelbe anſchlagen, wenn der Arm auf dem 3,4tel oder auf dem 35ſten Theilſtriche ſteht. Die Seite des Gehäuſes, die nach dem Anfange der Theilung zu liegt, nenne ich die

negative, die entgegengesetzte die *positive*. Die Querseiten des Gehäuses vor den Scalen sind ausgeschnitten und mit Glasscheiben versehen, durch die sich die Theilung vermittelst zweier Fernröhre *T* von aussen beobachten lässt. Die Lampen erleuchten sie mit Hülfe eines convexen Glases, das so vor das Licht gesetzt ist, dass der Vereinigungspunkt der Strahlen auf die Scale fällt. Das ganze Zimmer ist ausserdem dunkel.

Art zu beobachten.

Gesetzt, der Arm sey in Ruhe, ehe die beiden Bleimassen *W* ihm genähert werden. Versetzt man diese dicht an die negative oder positive Seite des Gehäuses, so ziehen sie die Bleikugeln *x* an, und zwingen dadurch den Arm, sich ihnen drehend zu nähern, erhalten ihn aber nicht sogleich in einer ruhigen Lage, sondern setzen ihn in Schwingung, und diese Schwingungen dauern eine geraume Zeit lang fort, ob sie schon stets abnehmen. Um wie viel der Arm sich gedreht hat, lässt sich daher nicht wohl unmittelbar, sondern nur vermittelst der beiden Grenzpunkte einer Schwingung bestimmen, aus denen man auf den Punkt der Ruhe schliessen muss. Dieser fällt aber nicht in die Mitte einer Schwingung, denn die Schwungbewegung ist nicht gleichförmig, sondern verzögernd. Ich beobachtete daher stets drei auf einander folgende Grenzpunkte von Vibrationen, nahm das Mittel zwischen dem ersten und dritten als die Grenze einer Vibration

nach der einen Seite zu, im Falle die Schwingungen gleichförmig wären, und das Mittel aus dieſem und dem zweiten Grenzpunkte wurde für den Punkt der Ruhe genommen. *) Da, aller Vorſicht

*) Es ſey in Fig. 2 *MCm* die anfängliche Lage des Arms; *BCb* die Lage, in welche der Arm durch die Anziehung der Bleimaſſen *W*, *w* verſetzt und in Ruhe erhalten wird; mithin *B* der Punkt der Ruhe. Von *M* bis *B* beſchleunigt die Anziehung der Bleimaſſen den Arm, und ſo lange iſt dieſe Kraft gröſser, als die, womit der Draht, der bei dieſer Bewegung gewunden wird, den Arm zurück nach *M* zu treiben ſucht. In *B* wären beide Kräfte gleich. Allein da der Arm in *B* ſeine gröſste Geſchwindigkeit erlangt hat, die durch die Summe aller Beſchleunigungen von *M* bis *B* entſtanden iſt, ſo kann er hier nicht ruhen, ſondern dreht ſich über *B* hinaus. Nun wird die Kraft des gewundenen Drahts gröſser als die der Anziehung, mithin die Bewegung des Arms retardirt, und zwar immer mehr, je weiter er ſich dreht, ſo daſs endlich in *D* ſeine Bewegung nach *W* zu aufhört. Sogleich dreht ſich der Arm durch die überwiegende Kraft des gewundenen Drahts zurück, und nun beſchleunigt ihn dieſe Kraft, (*Force de torſion*,) von *D* bis *B*. Jenſeits *B* iſt wieder die Anziehungskraft gröſser als die Kraft des Drahts; ſie retardirt ihn alſo, bis er in *E* völlig gehemmt wird, und beſchleunigt ihn dann rückwärts von *E* bis *D*, und ſo immer fort, daher der Arm, durch dieſe beiden Kräfte getrieben, nach Art des Pendels um *B* hin und her vibriren muſs. Ob aber die beiden Bogen *EB* und *BD* jeder Schwingung, wie beim Pendel,

ungeachtet, äuſsere Störungen nicht ganz zu vermeiden ſind, ſo daſs der Arm höchſt ſelten eine Stunde lang in völliger Ruhe bleibt, ſo iſt es nicht rathſam, den Punkt der Ruhe im Mittel aus vielen

abgeſehen vom Widerſtande der Luft, gleich, oder ob ſie nicht vielmehr ungleich ſeyn möchten, das hängt von dem Geſetze ab, wonach die Anziehungskraft mit der Annäherung, und die Kraft des Drahtes mit der Stärke der Windung zunehmen. Für die erſtere gilt höchſt wahrſcheinlich Neutons Geſetz der Gravitation. Ueber die letztere hat Coulomb, der Erfinder ſolcher höchſt empfindlichen Windungs-Apparate, umſtändliche Unterſuchungen angeſtellt, in einer Abhandlung in den Schriften der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften für 1784: *Recherches théoriques et expérimentales ſur la force de Torſion, et ſur l'Elaſticité des fils de métal; Application de cette théorie à l'emploi des métaux; Conſtruction de differentes balances de torſion pour meſurer les plus petit degrés de force; Obſervations ſur les loix de l'Elaſticité et de la Cohérance.* Er findet, daſs die Kraft, womit der Draht, wenn er etwas gewunden wird, ſich in ſeine urſprüngliche Lage zurückzudrehen ſtrebt, der Gröſse des Windungswinkels proportional iſt; das heiſst, wenn z. B. der frei auſserhalb des Gehäuſes hängende Arm ein Mahl um 10, das andere Mahl um 20 Theilſtriche zur Seite gedreht wird, ſo verhalten ſich die Kräfte, womit er ſich zurückzudrehen ſtrebt, wie 10 : 20. Hier findet ſich alſo wirklich in der Natur eine beſchleunigende Kraft, die nach dem einfachen Geſetze wirkt, das man in der höhern Mechanik als erdichtetes Beiſpiel anzuführen pflegt;

Schwingungen zu beſtimmen, ſondern beſſer, man nimmt ſogleich die erſten, die erfolgen, ſobald die Bleimaſſen an das Gehäuſe gebracht ſind.

Das Zweite, was beobachtet werden muſs, iſt die *Schwingungszeit*. Um dieſe zu beſtimmen, be-

und bei der für endliche Schwingungen alles das wirklich ſtatt findet, was beim Pendel nur für unendlich kleine Bogen gilt. Bloſs von dieſer Drehkraft getrieben, würde daher der Arm vollkommen gleichförmig und gleichzeitig für jede Schwunggröſse vibriren. Kommt aber zugleich die Anziehung der Bleimaſſe *W* hinzu, ſo überſieht man leicht, daſs dieſe die Gleichförmigkeit und Gleichzeitigkeit der Schwingungen ſehr ſtören muſs. Da ſie nur nach einer Seite hin wirkt, und zwar beim Annähern in viel ſtärkerm Grade, ſo muſs ſie jeden Schwung nach ihr hin zunehmend beſchleunigen, jeden Schwung von ihr ab, abnehmend retardiren, daher die beiden Bogen *EB* und *BD* jeder Schwingung, diesſeits und jenſeits des Punkts der Ruhe, ungleich ſeyn und in ungleichen Zeiten durchlaufen werden müſſen. Und zwar wird bei jedem Schwunge nach der Bleimaſſe hin der Bogen *BD*, bei jedem Schwunge zurück der Bogen *BE* der gröſsere ſeyn, bei jenem alſo der Ruhepunkt vor, bei dieſem hinter den Punkt in der Mitte des Schwunges fallen. Darauf gründet ſich Cavendiſh's Methode, den Punkt der Ruhe zu finden, und ſie kann ſchwerlich zu merkbaren Irrthümern führen. — Uebrigens kennen die Leſer von Gren's *Neuerm Journale der Phyſik* ſchon die intereſſanten magnetiſchen und electriſchen Entdeckungen Coulomb's, (Band 2, S. 298, und Band 3,

merke ich die beiden Endpunkte einer Schwingung, und zugleich die Zeit, wenn der Arm über zwei Eintheilungen fortschwingt, die, (so viel sich dies vorläufig thun läfst,) zwischen diesen Endpunkten so genommen werden, dafs sie nicht weit vom Mittelpunkte der Schwingung, zu beiden Seiten desselben fallen. Daraus berechne ich den Punkt in der Mitte des Schwungs, und durch Proportionen die Zeit, wenn der Arm genau über diesem Punkte war. Nach einer gewissen Menge von Schwingungen wiederholte ich diese Beobachtung, dividirte dann die Zwischenzeit zwischen den beiden Mahlen, dafs der Arm beim Mittelpunkte des Schwungs war, durch die Anzahl der Schwingungen, und nahm diese Gröfse für die Schwingungszeit.

Folgendes ist ein Beispiel der Beobachtungsart.

S. 50,) die wir seinen Versuchen mit *Drehwagen* zu danken haben, wovon eine Band 2, Tafel V abgebildet ist. Die angeführte Hauptschrift Coulomb's ist, so viel ich weifs, für Deutschland noch unbenutzt, und ich hoffe, dem Leser daraus in der Folge einen Auszug in diesen Annalen vorzulegen. *d. H.*

Endpunkte einer Schwingung.	Theilstriche dazwischen.	Dazu gehörige Zeit.	Punkt der Ruhe aus drei Grenzpunkten bestimmt.	Zeit für den Punkt in der Mitte des Schwungs.
27,2				
	25	10St. 23′ 4″	—	10St. 23′ 23″
	24	— — 57″		
22,1				
27	—	—	24,6	
22,6	—	—	24,7	
26,8	—	—	24,75	
23	—	—	24,8	
26,6	—	—	24,85	
	25	11St. 5′ 22″	—	11St. 5′ 22″
	24	— 6′ 48″		
23,4	—	—	24,9	

Die erstern Columnen bedürfen weiter keiner Erläuterung. Die Zeiten in der letzten Columne sind folgendermafsen berechnet: Der Mittelpunkt des ersten Schwungs fällt zwischen 27,2 und 22,1 in die Mitte, folglich beim Theilstriche 24,65. Nun durchlief der Arm eine Eintheilung von 25 bis 24 in 53″; also 0,65 Eintheilungen in 34,″4, mufste folglich bei diesem Mittelpunkte seyn um 10St. 23′ 23″. Nach einer ähnlichen Rechnung kam er zum Punkte in der Mitte der siebenten Schwingung um 11St. 5′ 22″. Mithin dauerten sechs Schwingungen 41′ 59″, also eine Schwingung 7′ 0″.

Indem der Punkt der Ruhe, wie diese Beobachtungen zeigen, nicht an einerlei Stelle bleibt, sondern sich nach einer Seite hin fortbewegt, wird die Zeit eines Schwungs vermehrt oder vermindert, je nachdem der Arm sich nach *der* Seite schwingt, nach welcher der Punkt der Ruhe hingeht, oder

nach der entgegengesetzten. Bewegt sich indeſs dieſer Punkt gleichförmig, ſo bleibt doch die Zeit, in welcher der Arm von einem Endpunkte eines Schwungs zum Punkte in der Mitte, und von diesem zum nächſten Endpunkte ſchwingt, gleich, daher die Zeit zweier auf einander folgender Schwingungen und des Schwungs zwiſchen zwei Mittelpunkten von Vibrationen nur wenig verändert wird. — Der Widerſtand der Luft, der die Schwingungen beſtändig fort retardirt, macht zwar, daſs die erſte Hälfte des Schwingungsbogens in kürzerer Zeit als die zweite durchlaufen wird; daher der Arm, (wider meine Vorausſetzung,) zum Punkte in der Mitte der Schwingung kommt, bevor die halbe Schwingungszeit vorbei iſt. Allein da das bei allen Schwingungen gleichmäſsig der Fall iſt, alſo auch bei der erſten und letzten, aus der die Schwingungszeit beſtimmt wird, ſo kann das auf dieſe Beſtimmungen keinen merklichen Einfluſs haben. Auch ſehe ich keine Methode ab, die Schwingungszeit zu beſtimmen, die mindern Einwendungen ausgeſetzt wäre.

Man kann übrigens die Schwingungszeit des Arms entweder durch vorläufige unabhängige Verſuche beſtimmen, oder ſie während der Verſuche ſelbſt an den Schwingungen beobachten, in die der Arm durch die Anziehung der Bleimaſſen geſetzt wird. Dieſes letztere iſt vorzuziehen. Denn geſetzt, irgend eine fremdartige Anziehung komme zufällig mit ins Spiel, z. B. eine electriſche Anzie-

gedreht wurden, diese unregelmäfsige Bewegung im Durchschnitte nur eine Eintheilung betrug, indefs der Arm um funfzehn Eintheilungen fortrückte, wenn die Bleimaſſen aus der mittlern Lage in eine dicht an das Gehäuſe gebracht wurden.

So weit Cavendish, der nun von den siebzehn Reihen von Verſuchen, die vom 5ten Auguſt 1797 bis zum 23ſten Mai 1798 angeſtellt wurden, das Detail aller Beobachtungen in Tabellen mittheilt, die ich übergehe, da ſie zu viel Raum einnehmen und die Reſultate derſelben weiter unten gehörig zuſammengeſtellt vorkommen. Was ſich in ihrem Detail Belehrendes findet, folgt hier ſogleich, und als Beiſpiel wird die erſte Tabelle hinreichen, die ich ganz herſetze, und worin nur einige Zahlen zur Erleichterung des Verſtändniſſes anders als im Originale geſtellt ſind.

Verſuch 1, den 5ten Auguſt.

	Grenzpunkte der Schwingungen.	Eintheilungen.	Zeit.	Punkt der Ruhe.	Zeit im Mittel einer Schwingung.	Unterſchied.
Beim *mittlern* Stande der Bleimaſſen	—	11/4	9 St. 42′ —			
	—	11/5	— — 55 —			
	—	11/5	10 — 5 —	11/5		
Als um 10 Uhr 5 Minuten die Bleimaſſen in die *poſitive* Lage gebracht wurden — —	fehlt					
	23/4	—	— —			
	27/6	—	— —			
	24/7	—	— —	25/82		
	27/3	—	— —	26/07		
	25/1	—	— —	26/1		
	5/	11	0 — 0 48″	—	0 St. 1′ 13″	
		12	— — 1 30			
	18/9	12	— — 16 29	—	— — 16 9	14′ 56″
		11	— — 17 20			
Als um 11 Uhr 6 Minuten die Bleimaſſen in den *mittlern* Stand zurückgedreht waren —	6/6	—	— —	12		
		11	— — 30 24	—	— — 30 45	14 36
		12	— — 31 11			
	16/3	—	— —	11/92		
		12	— — 45 58	—	— — 45 58	15 13
		11	— — 47 4			
	7/7	—	— —	11/72		

Bewegung des Arms, als die Bleimaſſen gedreht wurden — { vom mittlern zum poſitiven, 14/32 Eintheilung; vom poſitiven zum mittlern Stande 14/1 — }

Zeit einer Schwingung, (im Mittel.) — — — 14′ 55″

Da bei diesem Versuche die Bleimassen, als sie in die positive Lage kamen, den Ruhepunkt des Arms von 11,5 auf 25,8 versetzten, so würden sie den Arm wahrscheinlich bis zur 4osten Eintheilung gedreht, mithin die daran hängenden Bleikugeln an das Gehäuse getrieben haben, hätte sie Cavendish nicht, als der Arm ungefähr 15 Eintheilungen zurückgelegt hatte, zum mittlern Stande zurück gedreht, und sie erst, als der Arm am Endpunkte der Schwingung nach ihrer Seite zu war, wieder in die positive Lage gebracht. Dadurch wurden zwar die Schwingungen so sehr verringert, (wie die Zahlen in der ersten Columne zeigen,) dass die Kugeln nicht an das Gehäuse stiefsen; aber eines Theils gingen über dem Drehen die Beobachtungen des ersten Grenzpunktes der Schwingung verloren, andern Theils blieb es, wegen der Kleinheit der Schwingungen, der Mühe nicht werth, hier die Schwingungszeit zu beobachten. Dieselbe Methode wurde beim Zurückdrehen der Bleimassen in den mittlern Stand, und beim zweiten und dritten Versuche angewandt, nur dass Cavendish in dieser zweiten Lage der Bleimassen noch die Schwingungszeit beobachtete, und zwar fortlaufend die Zeit jedes Schwungs, um zu sehen, wie weit diese Zeiten zusammenstimmten. Bei den meisten der folgenden Versuche begnügte er sich, die Zeit für das Mittel des ersten und letzten Schwungs zu beobachten, und daraus auf die S. 11 angezeigte Art die Schwingungszeit zu berechnen.

Dieſe erſten Verſuche zeigten zur Genüge, daſs die Anziehung zwiſchen den Bleimaſſen und den Bleikugeln am Arme ſtark und regelmäſsig genug war, um ihre Gröſse aus ſolchen Beobachtungen ziemlich genau beſtimmen zu können. Denn die äuſserſte Abweichung betrug unter allen Beobachtungen der drei Verſuche, nicht mehr als $\frac{1}{10}$ des ganzen Schwingungsbogens oder der ganzen Schwingungszeit. — Indeſs trat doch bei ihnen insgeſammt ein Umſtand ein, deſſen Urſache nicht ſogleich klar iſt. Wurden nämlich die Bleimaſſen dem Gehäuſe aus der mittlern Lage her genähert, ſo ſchien die Wirkung ihrer Anziehung eine halbe bis eine Stunde lang beſtändig zuzunehmen, dagegen beim Entfernen derſelben, eben ſo wieder abzunehmen. *)

*) Es rückte nämlich der Ruhepunkt während auf einander folgender Schwingungen, die im Durchſchnitte jede 14′ 48″, alſo 4 eine Stunde dauerten,

als die Bleimaſſen aus der mittlern in die + Lage gedreht wurden,	Verſuch 1,	Verſuch 2,	Verſuch 3.
von Eintheilung	11,5	11	13,3
	25,82	26,87	27,8
	26,07	27,57	28,27
	26,1	28,02	28,62
auf Eintheilung		28,18	
		28,05	
		27,85	von
		27,82	30,02
Als ſie von der + zur mittl. Lage zurückgedr. wurden, auf Eintheilung	12	12,37	14,8
	11,92	11,67	14,07
	11,72	11	13,52
		10,75	13,3

Zuerſt glaubte Cavendiſh, dieſes möge vielleicht einem Mangel an Elaſticität im Drahte oder in einem der Klöbchen, woran der Draht befeſtigt war, zuzuſchreiben ſeyn; und um dieſes auszumachen, drehte er den Stift *l* ſo, daſs der Arm, (hätte das Gehäuſe ihn nicht aufgehalten,) ſich um 15 Eintheilungen zum Gehäuſe hinaus gedreht haben würde. In dieſer Lage blieb er 2 bis 3 Stunden. Wäre nun wirklich ein Mangel an Elaſticität vorhanden geweſen, ſo würde der gewundene Draht, als man den Stift *l* wieder in die erſte Lage zurückdrehte, ſich nicht ſogleich, ſondern nur allmählig wieder in die anfängliche Lage verſetzt haben, und daher bei den Schwingungen des Arms der Punkt der Ruhe allmählig zurückgewichen ſeyn. Allein bei zweimahliger Wiederholung des Verſuchs fand ſich das nicht.

Eben ſo wenig lieſs ſich dieſer Umſtand einem magnetiſchen Einfluſſe zuſchreiben. Zwar traf es ſich, daſs das Gehäuſe gerade in der Richtung des magnetiſchen Oſt und Weſt ſtand, ſo daſs die Bleimaſſen in der poſitiven oder negativen Lage neben den Kugeln im magnetiſchen Meridiane hingen. Hätten ſie daher eine magnetiſche Polarität annehmen können, ſo würden in dieſer Lage ihre freundſchaft-

Daſſelbe zeigte ſich meiſtentheils, wiewohl nicht ohne Ausnahme, bei dem ſteifern Drahte, der nach dem dritten Verſuche eingehängt wurde.
d. H.

lichen, in der entgegengeſetzten ihre feindſchaftlichen Pole zunächſt bei einander geweſen, und im erſten Falle der Arm durch die allmählig entſtehende magnetiſche Anziehung, im zweiten durch die magnetiſche Abſtoſsung anfangs beſchleunigt worden ſeyn, ſo wie, wenn die Bleimaſſen in die mittlere Lage zurückgedreht wurden, dieſe Beſchleunigung aufhörte. Als aber Cavendiſh die Bleimaſſen ſo auf die kupfernen Stäbe befeſtigte, daſs ſie ſich daran genau ein halbmahl in der Lage dicht am Gehäuſe umdrehen lieſsen, ſie dann einen Tag lang ſtehen lieſs, und darauf halb umdrehte, bewegte ſich der Arm auch nicht im mindeſten, wie das nothwendig hätte geſchehn müſſen, wenn ſie in dieſer Lage eine magnetiſche Polarität angenommen hätten. Eben ſo wenig erfolgte eine Bewegung, als er die Kugeln nach Verlauf einer Stunde wieder in die erſte Lage zurückdrehte; und mit gleich geringem Erfolge wurde dieſer Verſuch an zwei andern Tagen wiederholt. Ja ſelbſt als ſtatt der beiden Bleimaſſen zwei zehnzöllige Magnetſtäbe angebracht und halb umgekehrt wurden, drehte ſich der Arm nicht im geringſten; welches der beſte Beweis iſt, daſs im Arme nicht das geringſte Magnetiſche war, und daſs auch ſeine Bewegung in den vorläufigen Verſuchen mit den eiſernen Stäben, ſich keinesweges dem Magnetismus zuſchreiben lieſs.

Es blieb nun nichts übrig, dieſe Bewegungen zu erklären, als die Verſchiedenheit in der Temperatur der Bleimaſſen und des Gehäuſes. Waren die

Bleimaſſen wärmer, ſo muſsten ſie die eine Seite des Gehäuſes erwärmen und dadurch im Gehäuſe einen Luftſtrom verurſachen, der vielleicht die Bleikugeln allmählig weiter nach den Bleimaſſen hin trieb. „So unwahrſcheinlich mir dieſes auch ſchien," ſagt Cavendiſh, „ſo ſuchte ich mich doch darüber durch folgende Verſuche zu belehren. Ich ſetzte unter beide Bleimaſſen in ihrer mittlern Lage Lampen, brachte dicht am Gehäuſe, da, wo ſich demſelben die eine der Bleimaſſen in ihrer poſitiven Lage näherte, die Kugel eines Thermometers ſo an, daſs ich von aufsen den Stand des Thermometers beobachten konnte, und drehte dann nach einiger Zeit die Gewichte in ihre poſitive Lage. Dadurch wurde der Arm anfangs nicht weiter als gewöhnlich ſeitwärts gezogen, binnen einer halben Stunde aber hatte er ſich um 14 Eintheilungen den Bleimaſſen genähert, ſtatt daſs er ſich ſonſt ihnen nur um etwa 3 Eintheilungen würde genähert haben. Zugleich war das Thermometer um $1\frac{1}{2}^{\circ}$, von 61 bis $62\frac{1}{2}^{\circ}$ Fahrenh. geſtiegen. — Ich bohrte nun in eine der beiden Bleimaſſen ein enges Loch, $\frac{3}{4}$ Zoll tief, ſteckte die Kugel eines kleinen Thermometers hinein, und füllte die Oeffnung mit einem Kütte aus. Aehnliche Thermometer befeſtigte ich wieder an die Punkte des Gehäuſes, wo dieſe Bleimaſſen ſich demſelben näherten, und erleuchtete ihre Theilung vermittelſt eines Hohlſpiegels. So erhielt ich folgende Beobachtungen:

	Verſuch 6. den 6ten Sept.	Verſuch 7. den 18ten Sept.	Verſuch 8. den 23ſten Sept.	
Stand des Thermometers in den Bleimaſſen —	55°,8	57°,2	53°,6	Fahrenheit
Stand des Thermometers am Gehäuſe { an der — Seite	55,5	56,7	53,72	—
Stand des Thermometers am Gehäuſe { an der + Seite	55,5	56,5	53,15	—
Der Ruhepunkt des Arms wurde nach den Bleimaſſen hin ſeitwärts gezogen, als die Bleimaſſen gedreht wurden.				
Von der mittlern in die — Lage { ſogleich um —	3,03	3,15	3,13	Eintheil.
Von der mittlern in die — Lage { binnen 6 bis 10 Schwingungen noch um	0,17	0,63	0,37	—
Von der — in die + Lage { ſogleich um —	5,9	6,1	5,72	—
Von der — in die + Lage { binnen 6 bis 10 Schwingungen noch um	0,22	0,58	0,48	—

In dieſen drei Verſuchen ſchien alſo die Wirkung der Gewichte, wenn ſie eine Stunde lang in ihrer Lage ſtehen blieben, um 0,2 bis 0,5 einer Eintheilung zuzunehmen, da die Bleimaſſen, dem Thermometer zufolge, nur um 0,3 oder 0,5 Grad wärmer als die Luft dicht am Gehäuſe waren.

Abends den 17ten October ſetzte ich unter die Bleimaſſen in ihrem mittlern Stande Lampen, die ich darunter völlig ausbrennen lieſs. Dadurch waren dieſe Maſſen, als ich ſie des Morgens in ihre negative Lage drehte, um 7°,5 ſtärker, als die Luft dicht an dieſer Seite des Gehäuſes erwärmt worden. In dieſer Lage nahm die Wärme der Bleimaſſen binnen einer Stunde um $1\frac{1}{2}$° ab, ſo daſs ſie noch 6° wärmer als die Luft blieben, und darauf wurden ſie an die poſitive Seite des Gehäuſes gebracht. In beiden Lagen ging der Arm innerhalb einer Stunde um 4 Eintheilungen weiter ſeitwärts, als das ſogleich anfangs der Fall war.

Dieſer Verſuch wurde den 22ſten Mai 1798 auf dieſelbe Art wiederholt, nur daſs man jetzt die Lampen nicht lange brennen lieſs, und die Bleimaſſen zwei Stunden nachher bewegte. Dieſe Maſſen waren nun kaum 2° wärmer als das Gehäuſe, und der Arm wurde binnen einer Stunde nur um zwei Eintheilungen weiter, als gleich anfangs, zur Seite gezogen. — Am 23ſten Mai legte ich um die Bleimaſſen Eis, und machte ſie dadurch um 8° kälter als die Luft und das Gehäuſe. Als ſie nun an das Gehäuſe gebracht wurden, ſchien ſich ihre Wirkung mit der Zeit zu vermindern, und als ſie eine Stunde lang am Gehäuſe geſtanden hatten, war der Arm $2\frac{1}{2}$° weniger als gleich anfangs, nach ihnen hin gedreht.

Hierdurch ſcheint es hinlänglich bewieſen zu ſeyn, daſs die Wirkung, nach deren Urſache ich

forſchte, in der verſchiedenen Temperatur der Bleimaſſen und des Gehäuſes gegründet iſt. Denn im 6ten, 7ten und 8ten Verſuche, wo die Bleimaſſen nur wenig wärmer waren, nahm die Bewegung des Ruhepunkts auch nur wenig zu, dagegen dieſe ſehr ſtark anwuchs, da die Maſſen beträchtlich wärmer, und ſtark abnahm, als ſie beträchtlich kälter *als* das Gehäuſe waren.

Dabei muſs ich erinnern, daſs in dieſem Apparate die Behältniſſe, worin die Bleikugeln unter dem Arme hin und her ſpielen, ſehr tief ſind, und daſs die Kugeln nahe am Boden deſſelben hängen. Dadurch wird der Luftzug viel wirkſamer, als er ſonſt ſeyn würde; und dieſes iſt ein Fehler im Apparate, dem ich bei künftigen Verſuchen abzuhelfen denke."

Bei Verſuch 9 bis 15 richtete Cavendiſh ſein Augenmerk zugleich darauf, ob nicht vielleicht die Kraft, die ſich beim *Adhäriren* fremdartiger Körper an einander äuſsert, mit auf die Bewegung des Arms einflieſse. Er drehte zu dem Ende den Draht ſo, daſs die Kugeln, die am Arme hängen, während der drei erſten dieſer Verſuche der poſitiven Seite des Gehäuſes ſo nahe waren, als es, ohne ſie zu berühren, geſchehen konnte, (der Arm ſtand auf Eintheilung 34,84; 33,97; 34,49.) Während der beiden folgenden hatte der Arm die gewöhnliche Lage ziemlich in der Mitte des Gehäuſes, und beim letztern ſtand er ſo nahe als möglich an der negativen Seite des Gehäuſes, (auf 3,61.) Die an-

Folglich müſste bei einer Anziehung, welche jener Bedingung entſpräche, die Schwingungszeit des Arms $\sqrt{\frac{36,65}{39,14}}$ Sekunden betragen. Braucht da-

wegen der Zunahme der Anziehung mit abnehmender Entfernung eine Correction nöthig wird; welche von denen, die Cavendiſh weiter unten entwickelt, die echste iſt. Fürs erſte ſieht er von dieſer Veränderlichkeit ab; und in ſo fern dieſes erlaubt iſt, gilt, wie geſagt, auch bei der Anziehung der Bleimaſſe W auf den Arm die Formel: $t = \frac{1}{2}\pi \cdot \sqrt{\frac{2r}{Pg}}$.

In ihr bedeutet t die Sekundenzahl, welche auf eine Schwingung von D bis E, (Fig. 3,) im Mittel hingeht: ſie wird bei jedem Verſuche auf die S. 11 beſchriebene Art ſorgfältig beſtimmt, und iſt alſo eine gegebene Gröſse, die bei dem erſtern ſchwächern Drahte im Mittel aus drei Verſuchen 14′48″ oder 888″, bei dem zweiten ſteifern Drahte im Mittel aus vierzehn Verſuchen 7′ 4″ oder 424″, (verbeſſert wegen des angegebenen Umſtands einige Sekunden weniger,) betrug. π iſt die Zahl Ludolphs von Cölln, r der Halbmeſſer des ſchwingenden Arms, wofür in unſerm Falle der Abſtand der Bleikugeln vom Mittelpunkte = 36,65 Zoll zu nehmen iſt, und P die Kraft, welche auf dem Arme gerade nach der Art wirkt, wie die Schwere, (die als Krafteinheit durch g gemeſſen wird,) auf den Pendel, den ſie treibt, mithin eine Kraft, welche den ſchweren Punkt am Arme in der Richtung der Linie der Ruhe CB beſchleunigt.

ier der Arm *N Sekunden zu einer Vibration*; ſo ver-
hält ſich die Kraft, welche erfordert wird, den

Nun ſei die Drehkraft des gewundenen Drahtes in *B*, oder die mit ihr gleich groſse anziehende Kraft der Bleimaſſen *W* auf den ſchweren Punkt am Arme, (ſofern von der Veränderlichkeit derſelben abgeſehen wird,) in Beziehung auf die Schwere als Krafteinheit gleich *K*. Man ziehe von *H* und von *B* nach dem Mittelpunkte der anziehenden Bleimaſſen die geraden Linien *MH*, *BG*, ſo ſind dieſe Linien für ſehr geringe Bewegungen des Arms faſt parallel, mithin, wenn man *FG* ſenkrecht auf *BG* zieht, *FG* parallel mit *AC* und der Winkel *F* im rechtwinkligen Dreiecke *FGB*, ohne merklichen Fehler gleich *ACB* = α. Da ſich nun die Kräfte nach *BG* und *BF* wie dieſe Linien verhalten, ſo iſt $K : P = \sin. \alpha : 1$, oder für ſehr geringe Drehungen, $K : P = A : 1$, alſo $P = \frac{K}{A}$, wenn wir den Bogen, der den Winkel α miſst, in Theilen des Halbmeſſers ausgedrückt, mit Cavendiſh *A* nennen. Dieſer Bogen *A*, um welchen der Ruhepunkt des Arms durch die Anziehung der Bleimaſſen zur Seite gezogen wird, giebt ſich durch unmittelbare Beobachtung, und iſt die zweite Gröſse, die Cavendiſh in ſeinen Verſuchen genau zu finden ſucht, und derenthalben er den Ruhepunkt des Arms nach der S. 7 beſchriebenen Art beobachtet. Während der drei erſten Verſuche mit dem dünnen Drahte entſprach *A* im Mittel 14,84, und wegen der Veränderlichkeit der Anziehung verbeſſert, 13,71 Theilen nach der Scale im Gehäuſe; und bei den übrigen vierzehn Verſuchen mit einem ſteifern Drahte im Mittel unverbeſſert 3,03, verbeſſert 2,91 Theilen der Scale, daher die

Arm um einen Bogen A seitwärts zu ziehen, zum Gewichte der daran hängenden Kugel, wie

Drehkraft dieses letztern Drahtes bei gleichen Drehungswinkeln $\frac{13,71}{2,91}$, d. i. 4,7 Mahl gröſser als die des erstern Drahtes war.

Soll nun der Arm mit einem gleich langen Pendel, den die natürliche Schwere als Krafteinheit treibt, gleichzeitig schwingen; so müssen die übereinstimmenden beschleunigenden Kräfte für beide gleich seyn, mithin die Kraft P, welche den schweren Punkt am Arme nach der Richtung BF zu beschleunigt, gleiche Gröſse mit der Schwerkraft, (unsrer Krafteinheit,) haben, also $P = \frac{K}{A} = 1$ seyn, folglich sich verhalten $K : 1 = A : 1$. Und da bei gleichen Massen, auf welche verschiedene beschleunigende Kräfte, (K, 1,) wirken, der Druck dieser Massen den beschleunigenden Kräften proportional ist, so ist $K : 1$ auch das Verhältniſs des Drucks der Bleikugel am Arme, nach der Bleimasse W hin, zum Gewichte der Bleikugel. Soll daher der Arm mit einem gleich langen von der natürlichen Schwere beschleunigten Pendel gleichzeitig schwingen, so muſs die Anziehung der Bleimasse W sich zum Gewichte der Bleikugel wie $A : 1$ verhalten, d. h.: wie der Bogen, um welchen die Anziehung der Bleimassen den Arm zur Seite zieht, zum Halbmesser. Und das ist der Satz, von dem Cavendish ausgeht, zu dessen Erläuterung er aber weiter nichts hinzufügt.

Zugleich folgt aus dieser Auseinandersetzung, daſs, (da $K = \alpha \,.\, P$, und, der Formel für Pendel-

$\frac{1}{N^2} \cdot \frac{36,65}{39,14} : 1$. *) Da nun die elfenbeinerne Scale 38,3 Zoll vom Mittelpunkte der Drehung entfernt, und der Zoll auf ihr in zwanzig gleiche Theile getheilt iſt, mithin ein Theil $\frac{1}{766}$ des Halbmeſſers beträgt, (mithin für einen Theil der Scale, $A = \frac{1}{766}$

bewegungen gemäſs, $t^2 = \frac{\pi^2 r}{2Pg}$, alſo $P = \frac{\pi^2 r}{2gt^2}$ iſt,) $K = \frac{\pi^2 r}{2gt^2}\alpha$ ſeyn muſs, daher die anziehende Kraft der Bleimaſſen? W auf die Bleikugeln, wenn der Arm in der Lage CB iſt, d. h. K, in Beziehung auf die natürliche Schwere als Krafteinheit, aus dem Winkel α und die dazu gehörige Schwingungszeit t ſehr leicht zu berechnen iſt, wie dieſes S. 3 behauptet wurde. Da z. B. für den erſten ſchwächern Draht $t = 888''$ und α verbeſſert $= 13,71$ Theilen der Scale, oder, (da ein ſolcher Theil $\frac{1}{20}$ſtel Zoll, alſo $\frac{1}{20} \cdot \frac{1}{38,3} = \frac{1}{766}$ vom Halbmeſſer beträgt,) $\alpha = \frac{13,71}{766}$ iſt; ſo giebt eine leichte Rechnung mit Logarithmen $K = 0,00000001 2$, und das ſtimmt völlig mit Cavendiſh's Beſtimmung S. 3 überein. *d. H.*

*) Der Formel für die Pendelbewegung gemäſs, $t = \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{2r}{Pg}}$, verhalten ſich bei gleichen beſchleunigenden Kräften P, die Schwingungszeiten ungleich langer Pendel direct wie die Quadratwurzeln aus den Pendellängen $t : t' = \sqrt{r} : \sqrt{r'}$, und bei ungleichen Schwingungszeiten gleich langer Pendel die beſchleunigenden Kräfte verkehrt wie die

ist;) so verhält sich die Kraft, welche den Arm um *einen* Theil seitwärts zieht, zum Gewichte der Kugel, wie $\frac{1}{766 \cdot N^2} \cdot \frac{36{,}65}{39{,}14} : 1$, oder wie $\frac{1}{818 \cdot N^2} : 1$.

Nach-

Quadrate der Schwingungszeiten $P : P' = \frac{1}{t^2} : \frac{1}{t'^2}$ s.

Es ist daher im ersten Falle $t = t' \sqrt{\frac{r}{r'}}$; folglich, da ein Pendel, der 39,14 Zoll lang ist, zur Schwingungszeit 1 Sekunde hat, so braucht ein mit dem Arme gleich langer Pendel zu einer Schwingung $\sqrt{\frac{36{,}65}{39{,}14}}$ Sekunden. Bringt nun der Arm wirklich auf eine Schwingung N Sekunden zu, so verhalten sich die beschleunigenden Kräfte $P' \cdot P$, die auf den schweren Punkt am Arme nach der Richtung BF wirken, wenn seine Schwingungszeit ein Mahl $\sqrt{\frac{36{,}65}{39{,}14}}$, das andere Mahl N Sekunden beträgt, wie $\frac{39{,}14}{36{,}65} : \frac{1}{N^2}$. Die erstere beschleunigende Kraft, P', ist der Schwerkraft gleich, da sie den Arm genau so stark als die natürliche Schwere einen gleich langen Pendel beschleunigt; die zweite, P, ist, der vorigen Anmerkung gemäss, gleich $\frac{K}{A}$, mithin $1 : \frac{K}{A} = \frac{39{,}14}{36{,}65} : \frac{1}{N^2}$, und also $K : 1 = A \cdot \frac{1}{N^2} \cdot \frac{36{,}65}{39{,}14} : 1$, welches der Satz ist, den der Text aussagt.

d. H.

Nachdem dieſes ausgemacht iſt, kommt es auf das Verhältniſs der Anziehungen an, welche die Bleimaſſen und die Erde auf die Kugeln, die am Arme hängen, äuſsern. Die Mittelpunkte beider Bleimaſſen ſind 8,85 Zoll vom Mittelpunkte der Kugeln, wenn dieſe ſich mitten in dem Gehäuſe befinden, entfernt: da aber die Kupferſtangen, welche jene Bleimaſſen tragen, gerade ſo weit, als die Mittelpunkte beider Kugeln von einander abſtehen; ſo iſt die gerade Linie durch die Mittelpunkte einer Bleimaſſe und der nächſten Kugel nicht ſenkrecht auf den Arm, und daher die Wirkung der Bleimaſſen im Drehen des Arms etwas geringer, als ſie es bei ſenkrechtem Zuge ſeyn müſste, und zwar nach einem dreimahl ſo hohen Verhältniſſe als das von $\frac{8,85}{36,65}$ zur Sehne des Winkels, deſſen Sinus $\frac{8,85}{36,65}$ iſt, oder nach dem dreimahl ſo hohen Verhältniſſe des Coſinus dieſes halben Winkels zum Radius, $\left(Cof.^{3}\frac{1}{2} Ang.\,ſin.\frac{3,85}{36,65} : 1, \right)$ d. i.: nach dem Verhältniſſe von 0,9779 : 1. *)

*) Iſt nämlich CM, (Fig. 4,) der Arm bis an die Bleikugel, und CN die Entfernung der Kupferſtange vom Mittelpunkte der Drehung, ſo war in Cavendiſh's Apparate $CM = CN = 36,65$ Zoll, und der ſenkrechte Abſtand des Mittelpunkts der Bleimaſſen vom Arme, d. h., NO, $= 8,85$ Zoll. Dieſes Letztere widerſpricht zwar der Ausſage des Textes, folgt aber aus der Formel. Nun verhalten

Jede der beiden Bleimaſſen wiegt 2439000 Gran, mithin ſo viel als 10,64 ſphäriſche Fuſs Waſſer.*) Daher verhält ſich ihre Anziehung auf ein Partikelchen im Mittelpunkte der Bleikugel, zur Anzie-

ſich die anziehenden Kräfte nach NM und nach NO zu einander, wenn $NO^2 : NM^2$, und wegen des ſchiefen Zugs am Arme, wie $NO^2 . Sin.\ NMC : NM^2$; oder, da $Sin.\ NMC = \frac{NO}{NM}$ iſt, wie $NO^3 : NM^3 = \frac{NO^3}{NC^3} : \frac{NM^3}{NC^3} = \frac{NO^3}{NM^3} : 1$. Und das ſind die Verhältniſſe, die der Text ausſagt, da $\frac{NO}{NC} = \frac{8,85}{36,65}$, $\frac{NM}{NC}$ = der Sehne des Winkels C und $\frac{NO}{NM}$ = dem Coſinus des Winkels C iſt, d. h.: des Winkels, deſſen Sinus $\frac{8,85}{36,65}$ iſt. — Auf die vorige Auseinanderſetzung hat der hier beachtete Umſtand keinen ſtörenden Einfluſs. *d. H.*

*) Eine leichte Rechnung ergiebt, daſs Cavendiſh ſich bei einem ſphäriſchen Fuſse Waſſer, (*a ſpherical feet of water*,) eine Kugel denkt, die in einem Kubus von 1 Kubikfuſs Waſſer eingeſchrieben iſt, und mithin $\frac{6}{\pi}$ Kubikfuſs Waſſer hält. Gerade ſo bedeuten 10,64 ſphäriſche Fuſs Waſſer eine Waſſerkugel, die in einem Kubus, der 10,64 Kubikfuſs Waſſer hält, eingeſchrieben iſt, deren Durchmeſſer folglich $\sqrt[3]{10,64}$ Fuſs beträgt. Dabei iſt das Gewicht von 1 Kubikzoll Waſſer, (wahrſcheinlich nach Kirwan's Beſtimmung,) auf 253,35 Gran

hung, die ein sphärischer Fuss Wasser auf dasselbe Partikelchen, wenn es auf dessen Oberfläche befindlich wäre, äussern würde, (*to the attraction of a spherical foot of water on an equal particle placed on its surface,*) wie $10{,}64 \cdot 0{,}9779 \cdot \left(\frac{6}{8{,}85}\right)^2 : 1$.

Der mittlere Durchmesser der Erde beträgt 41800000 *Fuss;* ist daher die Dichtigkeit der Erde in Beziehung auf die des Wassers als Einheit, D, so verhalten sich die Anziehungen, welche die Bleimasse und die Erde auf die Kugel äussern, zu einander wie $10{,}64 \cdot 0{,}9779 \cdot \left(\frac{6}{8{,}85}\right)^2 : 41800000 \cdot D$, das ist, wie $1 : 8739000\,D$. *)

gerechnet. Nach den neuesten und höchst genauen Messungen Shuckburgh's, die in einem der nächsten Stücke folgen sollen, wiegt 1 Kubikzoll destillirtes Wasser bei einer Temperatur von 66° nach Fahrenheit nur 252,422 Gran englisches Normalgewicht; ein Unterschied, der für diese Rechnung völlig unbedeutend ist. *d. H.*

*) Die Anziehung, welche zwei Kugeln auf Partikelchen von gleicher Masse äussern, ist, wie bekannt, erstens direct den Massen der anziehenden Kugeln, und zweitens indirect den Quadraten des Abstands der Partikel vom Mittelpunkte dieser Kugeln proportional, indem die Anziehung einer Kugel gerade so wirkt, als wäre die ganze Masse im Mittelpunkte der Kugel vereinigt. Man denke sich daher die ganze Masse der Bleikugel, die am Arme hängt, im Mittelpunkte dieser Kugel; se-

Nun ist vorhin dargethan worden, dafs eine Anziehung, welche den Arm um einen Theil der Scale zur Seite ziehen soll, auf die Kugel mit einer Kraft wirken mufs, die $\frac{1}{818 \cdot N^2}$ vom Gewichte der Kugel beträgt. Da folglich die Anziehung der Bleimasse auf die Kugel $\frac{1}{873000 \cdot D}$ vom Gewichte der Kugel ist; so reicht diese Anziehung hin, den

tze die Anziehung, welche die 8,85 Zoll entfernte Bleimasse auf sie äufsert, gleich A; und die Anziehung einer Wasserkugel von 1 Fufs Durchmesser auf sie, wenn sie sich auf deren Oberfläche befindet, gleich B, so wie die Anziehung der Erde auf sie im gleichen Falle gleich C: so verhält sich $A : B = (10{,}64 : 1) - (8{,}85^2 : 6^2,)$ oder, wegen des schiefen Zugs der Bleimassen, $A : B = (10{,}64 \cdot 0{,}9779 : 1) + (6^2 : 8{,}85^2)$ oder

$$A : B = 10{,}64 \cdot 0{,}9779 \cdot \left(\frac{6}{8{,}85}\right)^2 : 1.$$

Eben so verhält sich, da die Massen zweier Wasserkugeln den Würfeln ihrer Durchmesser, und die Quadrate der Halbmesser den Quadraten der Durchmesser proportional sind, $B : C = (1^3 : 41800000^3 \cdot D) - (1^2 : 41800000^2)$ oder

$$B : C = 1 : 41800000\ D.$$

Und diese Proportion mit der vorigen zusammengesetzt, giebt die Aussage des Textes

$$A : C = 10{,}64 \cdot 0{,}9779 \cdot \left(\frac{6}{8{,}85}\right)^2 : 41800000 \cdot D.$$

d. H.

Arm um $\frac{818 . N^2}{873000 . D}$, das ist, um $\frac{N^2}{1068{,}5 . D}$ Theile zur Seite zu ziehen. Findet man also, dass der Ruhepunkt des Arms, wenn die Bleimassen aus der mittlern Lage dicht an das Gehäuse gebracht werden, um B Theile nach der Seite zu rückt, oder dass er, beim Drehen der Gewichte von der positiven in die *negative* Lage, oder umgekehrt, um $2B$ Theile fortrückt; so muss $B = \frac{N^2}{1068{,}3 . D}$, mithin die Dichtigkeit der Erde $D = \frac{N^2}{1068{,}3 . B}$ seyn.

Correctionen.

Dieses Resultat, wobei lediglich auf die Anziehung zwischen den Bleimassen und den Kugeln gesehen ist, muss nun noch wegen der übrigen mit einwirkenden Ursachen *verbessert* werden, und zwar 1. wegen des Widerstandes, den der vibrirende Arm, wegen seiner Masse, der Bewegung leistet; 2. und 3. wegen der Kraft, womit die Bleimassen den Arm und die zweite entferntere Bleikugel anziehen; 4. und 5. wegen der Anziehung, welche die Kupferstäbe und das Gehäuse auf Kugeln und Arm äussern; und 6. wegen der Veränderung in der Anziehung der Bleimassen, bei veränderter Lage des Arms, welches auf das Fortrücken des Arms und auf seine Schwingungszeit Einfluss hat. Zwar sind die Correctionen, die sich darauf gründen, bis auf die letzte, nur unbedeutend, doch dürfen wir keine derselben ganz übersehen.

Was den *erſten* Umſtand betrifft, daſs nämlich ein Theil der anziehenden Kraft der Bleimaſſen darauf verwendet wird, den vibrirenden Arm zu beſchleunigen, ſo kommt es darauf an, zu beſtimmen, wie dieſer Theil ſich zur übrigen Kraft verhält, die den Arm aus ſeiner urſprünglichen Lage zieht. Der Arm, (wovon Fig. 5 einen Längen-, und Fig. 6 einen Querſchnitt vorſtellt,) beſteht aus vier Theilen: dem 73,3 Zoll langen Stabe *Dcd* aus Tannenholz; dem Silberdrahte *DCd*, der 170 Gran wiegt; den Endſtücken *DE*, *de*, woran die elfenbeinernen Verniers ſitzen, jedes 45 Gran ſchwer, und etwas Meſſingwerk im Mittelpunkte *Cc*. Der Tannenſtab wiegt bei trocknem Wetter 2320, bei ſehr dunſtigem, wie es mehrentheils während der Verſuche war, 2400 Gran. Die Dicke ſeiner beiden Theile *AB* und *DE*, (Fig. 6,) iſt durchgängig einerlei; in der Breite *Bb* nimmt aber der Arm vom Mittelpunkte an allmählig ab, ſo daſs der Querſchnitt im Mittelpunkte 0,33 und an den Enden 0,146 Quadratzoll beträgt. Folglich wiegt im Durchſchnitte

1 Zoll dieſes Stabes in der Mitte $\frac{2400}{73,3} \cdot \frac{0,33}{0,238}$;

an den Enden, $\frac{2400}{73,3} \cdot \frac{0,146}{0,238}$; und bei einem Punkte *X*, wenn man $\frac{CX}{Cd} = x$ ſetzt,

$$\frac{2400}{73,3} \cdot \frac{0,33 - 0,184 \cdot x}{0,238} = \frac{3320 - 1848 \cdot x}{73,3}$$

Gran.*) Vom Silberdrahte DCd wiegt ein Zoll $\frac{170}{73,3}$ Gran, daher man Stab und Draht zuſammengenommen für eine Stange nehmen kann, wovon in X die Länge eines Zolls $\frac{3490 - 1848 \cdot x}{73,3}$, (und alſo die Länge von dx Zoll $\frac{3490 - 1848 \cdot x}{73,3} \cdot dx$,) Gran wiegt. — Nun aber iſt die Kraft, welche erfordert wird, einerlei Maſſe bei oſcillirenden Bewegungen gleich ſtark zu beſchleunigen, proportional mit x^2, das heiſst, um gleiche Maſſen in X und in d

*) Der Inhalt des Arms, als einer Art abgeſtutzter Pyramide, hat ungefähr einerlei Inhalt mit einem gleich langen Prisma, deſſen Grundfläche das Mittel zwiſchen der obern und untern Grundfläche der abgeſtutzten Pyramide, das iſt: $\frac{0,33 + 0,146}{2} = 0,238$ Quadratzoll enthält, und von einem ſolchen Prisma wiegt jede Zolllänge $\frac{2400}{73,3}$ Gran. Ein Stück des Arms, einen Zoll lang, läſst ſich ohne merklichen Fehler für ein Prisma nehmen; und da gleich hohe Prismen ſich wie die Grundflächen verhalten, im Punkte X aber der Querſchnitt daraus beſtimmt iſt, ſtatt für Cd der Querſchnitt um $0,33 - 0,146$, das heiſst, um $0,284$ Quadratzoll, folglich für CX um $\frac{CX}{Cd} \cdot 0,284$, das heiſst um $0,284 \cdot x$ Quadratzoll abnimmt, ſo überſieht man hieraus die obigen Formeln. *d. H.*

gleich ſtark zu beſchleunigen, müſſen ſich die Kräfte, welche ſie beſchleunigen, verhalten wie $cX^2 : cd^2$, das iſt: wie $x^2 : 1$. *) Alſo iſt die Kraft, welche das Element dx des Arms beſchleunigt, proportional der Gröſse $x^2 . dx \times \left(\frac{3490 - 1848 . x}{73,3}\right)$, welches integrirt für den ganzen Arm, (da $x = 1$ wird,) eine beſchleunigende Kraft von $\left(\frac{3490}{3} - \frac{1848}{4}\right) : 73,3 = 350$ giebt. Die Kraft, welche erfordert wird, jede Hälfte des Tannenſtabs Dd und des Silberdrahts zu beſchleunigen, iſt alſo gerade ſo groſs, als eine Kraft, welche im Punkte d, am Ende des Arms, eine Maſſe von 350 Gran gleich ſtark beſchleunigte. Und da jedes der Stücke de, deren Schwerpunkt 38 Zoll von C abſteht, hierbei einem Gewichte von 48 Gran in d gleich zu ſchätzen iſt; jede der beiden Kugeln, die am Arme ſchon in dieſen Punkten hängen, 11262 Gran wiegt; und das Gewicht des Meſſingwerks im Mittelpunkte ſo gut wie gar nicht in Anſchlag kommt: ſo wird zur Beſchleunigung des ganzen Arms, ſammt der daran hängenden Kugeln, dieſelbe Kraft erfordert, welche an einer Linie Dd

*) Denn iſt z. B. Cd noch einmahl ſo groſs als Cx, ſo muſs, um in X und d gleichen Druck hervorzubringen, die Kraft in d das Doppelte, und da d mit doppelter Geſchwindigkeit bewegt wird, das Vierfache der Kraft in X ſeyn. *d. H.*

ohne Schwere hinreichen würde, zwei Gewichte von 11660 Gran in den Punkten D und d zu beschleunigen. Bei einer gegebenen Schwingungszeit *mufs* folglich die Kraft, welche den Arm zur Seite zieht, nach dem Verhältnisse von 11660 : 11262 oder von 1,0355 : 1 gröfser seyn, als sie zu seyn brauchte, wäre der Arm ohne Schwere.*)

Um zweitens die Anziehung zu finden, welche die Bleimassen auf den Arm äufsern, denke man sich durch den Mittelpunkt der Kugel b eine Vertikalebene dbw, die senkrecht auf dem Arme Dd stehe, und in der sich bei w die eine der Bleimassen befinde. Denn war das gleich beim Apparate nicht in aller Strenge der Fall; so kann die kleine Abweichung der Masse von dieser Ebene doch ohne merkbaren Fehler übersehen werden. Dann war, dem Apparate gemäfs, die Horizontallinie $dw = 8{,}85$, und die Vertikallinie $db = 5{,}5$ Zoll. Es sey $wd = a$, $wb = b$, $cd = l$, und, (x im vorigen Sinne genommen,) $1 - x = \frac{dX}{dc} = z$, folglich $dx = lz$. Die Anziehungen, welche die Bleimasse auf gleiche Massen in X und in b aus-

*) Denn sind die Schwingungszeiten gleich, so sind es auch die Beschleunigungen, mithin verhalten sich die bewegenden Kräfte, die den Arm fortziehen, wie die Massen, die sich an ihm in gleichen Entfernungen vom Drehpunkte befinden.

d. H.

übt, verhalten sich wie $b^3 : (a^2 + l^2z^2)^{\frac{3}{2}}$, *) folglich die Kraft, womit der Arm vermöge dieser Anziehungen gedreht wird, wie $b^3 . (1 - z) : (a + l^2z^2)^{\frac{3}{2}}$, und diese drehenden Kräfte sind also gleich, wenn die Masse in b der Theil der Masse in X ist, welchen der Bruch $\frac{b^3 . (1 - z)}{(a^2 + l^2z^2)^{\frac{3}{2}}}$ angiebt. Nun aber wog, wie wir gesehen haben, ein Element des Arms im Punkte X, $\frac{3490 - 1848 . x}{73,3} . dX$ $= \frac{1642 + 1848 . z}{73,3} l . dz$ Gran. Folglich ist die Kraft, womit jede Hälfte des Arms durch die Anziehung der Bleimasse gedreht wird, gleich der, womit eine mathematische Linie gedreht wird, an deren Ende sich in b eine Masse $\int \frac{b^3 . (1 - z)}{(a^2 + l^2z^2)^{\frac{3}{2}}}$ $\frac{1642 + 1848 . z}{73,3} . l . dz$, wenn man in diesem Integral z gleich 1 setzt, mithin eine Masse von 128 Gran, befindet.**) Das Endstück de wird durch

*) Umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen b und wX bei senkrechtem Zuge, und, da die Kraft, die auf die Masse in X wirkt, schief gegen den Arm zieht, unter einem Winkel, dessen Sinus $\frac{b}{wx}$ ist, wie $b^2 . \frac{b}{wX} : wX^2$, das ist, wie $b^3 : wX^3$ $= b^3 : (a^2 + l^2z^2)^{\frac{3}{2}}$. d. H.

**) Da der halbe Arm gleich $l = \frac{73,3}{2}$ ist, so wird der zweite Factor des Integrals $(821 + 924 . z) . dz$,

die Anziehung der Bleimaſſe mit derſelben Kraft gedreht, als in b ein Gewicht von $\frac{b^3}{a^3} \cdot 47$, das iſt, von 29 Gran. Mithin iſt die ganze Kraft, womit jede der beiden Bleimaſſen den Arm, vermittelſt ihrer Anziehung auf die benachbarte Hälfte deſſelben, zu drehen ſtrebt, gleich der Kraft, die ſie auf 157 Gran in b äuſsert, alſo nur $\frac{157}{11260}$ oder 0,0139 von der Kraft, womit ſie die Bleikugel zur Seite zieht. — Ihre Anziehung auf die andere Hälfte des Arms wirkt dieſer entgegen, iſt aber ſo geringe, daſs man ſie vernachläſſigen kann; und was *drittens* ihre Anziehung auf die Kugel an dieſem entferntern

und daher das ganze Integral gleich folgendem: $b^3 \int \frac{821 \cdot dz + 103 \cdot z \cdot dz - 924 \cdot z^2 dz}{(a^2 + l^2 z^2)^{\frac{3}{2}}}$. Darin ſtatt des letzten Theils des Zählers, $+ 924 \cdot \frac{a^2}{l^2} \cdot dz - 924 \cdot \left(\frac{a^2}{l^2} + z^2\right) dz$ geſetzt, wird, $\left(\text{da } \frac{a^2}{l^2} = 0{,}08 \text{ iſt.}\right)$ dieſes Integral gleich $b^3 \cdot \int \left(\frac{895 \cdot dz + 103 \cdot z \cdot dz}{(a^2 + l^2 z^2)^{\frac{3}{2}}} - \frac{924 \cdot dz}{l^2 \cdot (a^2 + l^2 z^2)^{\frac{1}{2}}} \right)$ das heiſst, gleich $\frac{895 \cdot b^2 \cdot z}{a^2 \sqrt{(a^2 + l^2 z^2)}} - \frac{103 \cdot b^3}{l^2 \sqrt{(a^2 + l^2 z^2)}} + \frac{103 \cdot b^3}{l^2 a} - \frac{924 \cdot b^3}{l^3} \cdot \log. \frac{lz + \sqrt{(a^2 + l^2 z^2)}}{a}$

C

Arme betrifft, so verhält sie sich zu der auf die Kugel am nächsten Arme, wie $wd^3 : wD^3$ oder wie 0,0017 : 1, daher sich die Anziehung jeder Bleimasse auf beide Kugeln zugleich zu der auf die nächste Kugel verhält, wie 0,9983 : 1.

Die *vierte* Correction beruht auf der Anziehung der Kupferstangen auf den Arm und die Bleikugeln. Es sey in Fig. 7 w der Mittelpunkt der Bleimasse, b der der Kugel am Arme, und ea das senkrechte Stück der Kupferstange, das aus zwei Theilen ad und de besteht. Der Theil ad ist 16 Zoll lang, und bei w ungefähr in zwei gleiche Theile getheilt und wiegt 22000 Gran; der Theil de, 46 Zoll lang, wiegt 41000 Gran; und wb, 8,85 Zoll lang, steht auf ew senkrecht. Nun verhält sich die Anziehung, welche eine durchweg gleich dicke Stange ew auf eine Masse in b, nach der Richtung bw ausübt, zu der einer gleichen Masse in w, wie $wb : eb$,*) und mithin sind die Anziehung des Theils da

*) Da die Anziehung direct den Massen, indirect den Quadraten der Entfernung proportional ist, so ist die Anziehung eines Elements der Stange we, (Fig. 8,) dessen Masse, (wenn man die Masse des Stücks wx gleich x setzt,) dx ist, auf ein Partikelchen in b, der Grösse $\frac{dx}{bx^2}$ proportional. Von dieser Kraft wirkt nach der Richtung xf, (die parallel mit wb ist,) der Theil $\frac{wb}{bx}$, daher die Anziehung des

der Anziehung einer Maſſe von $\frac{22000 \cdot wb}{db} = 16300$ Gran in w, und die des Theils ed der Anziehung einer Maſſe von $41000 \cdot \frac{ew}{ed} \cdot \frac{bw}{be} - 41000 \cdot \frac{dw}{ed} \cdot \frac{bw}{bd} = 2500$ Gran in w gleich. *) Daher ver-

Elements dx, nach der Richtung $wb = \frac{dx}{bx^2} \cdot \frac{wb}{bx}$, und die Anziehung das ganze Stück wx nach dieſer Richtung wb auf ein Partikelchen in b, $= \int \frac{wb \cdot dx}{bx^3} = \int \frac{wb \cdot dx}{(wb^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{wb\sqrt{(wb^2 + x^2)}}$ $= \frac{x}{wb \cdot bx}$ iſt. Wäre die ganze Maſſe des Stücks x im Punkte w vereinigt, ſo wäre deſſen Anziehung auf ein Partikelchen in b der Gröſse $\frac{x}{bw^2}$ proportional; mithin verhält ſich die erſte Anziehung zur letztern, wie $\frac{1}{bx} : \frac{1}{wb}$, und daraus folgt der Satz, den der Text ausſagt. *d. H.*

*) Da das Stück ed 41000 Gran wog, ſo würde ew, wäre es durchgängig gleich dick mit ed geweſen, (was wahrſcheinlich nicht der Fall war,) $41000 \cdot \frac{ew}{ed}$ Gran gewogen, und mithin die Anziehung einer ſolchen Stange $41000 \cdot \frac{ew}{ed} \cdot \frac{bw}{be}$ von der Anziehung betragen haben, welche eine gleiche Maſſe in w auf den Punkt b ausgeübt hätte. Davon geht

hält sich die Anziehung der senkrechten Kupferstange *e a* zu der Anziehung der daran hängenden Bleimasse *w* auf die Kugel am Arme, wie 18800 : 2439000, oder wie 0,00771 : 1. — Die Anziehung des schiefliegenden Kupferstabs *P r* und der hölzernen Sparre *r r* auf die Bleikugeln ist zu unbeträchtlich, als dass sie mit in Anschlag käme, und noch weniger die Anziehung der Kupferstäbe auf den Arm und die entferntere Kugel.

Was *fünftens* die Anziehung des Gehäuses aus Mahagonyholz betrifft, so fällt es in die Augen, dass diese sich gegenseitig aufhebt, wenn der Arm genau auf dem mittelsten Theilstriche steht. Nähert er sich einer Seite des Gehäuses, so zieht diese ihn etwas stärker an, und kommt dem Zuge der Gewichte zu Hülfe. Ist diese Kraft dem Winkel proportional, um welchen der Arm sich von dem mittelsten Theilstriche abgedreht hat, so macht sie im Resultate keine Störung. Denn da alsdann die beschleunigende Kraft, welche den Arm in Schwingungen setzt, nach demselben Verhältnisse verkleinert wird, so wächst das Quadrat der Schwingungszeit nach einerlei Verhältnisse mit dem Raume, um welchen der Arm seitwärts gedreht ist, und deshalb

aber die Anziehung ab, welche das Stück $d w$, wäre es mit $d e$ gleich dick, (wöge es also $41000 \cdot \frac{d w}{e d}$ Gran,) auf b ausüben würde, das ist, $41000 \cdot \frac{d w}{e d} \cdot \frac{b w}{b d}$. *d. H.*

muſs denn der Erfolg gerade ſo ſeyn, als äuſserte das Gehäuſe gar keine Anziehung. Findet dieſes aber nicht ſtatt, ſo ſtört dieſe Anziehung allerdings das Reſultat. — Nach meinen Berechnungen iſt nun zwar die Anziehung des Gehäuſes nichts weniger als dem Drehungswinkel proportional, allein ſo geringe, daſs es nicht der Mühe werth iſt, ſie in Rechnung zu bringen. Denn in keiner Lage werden die Bleikugeln von dem Gehäuſe ſtärker als von einer Kugel von $\frac{1}{2}$ ſphäriſchem Zoll Waſſer,*) in der Entfernung eines Zolls angezogen, indeſs die Anziehung jeder Bleimaſſe der einer Waſſerkugel von 10,6 ſphäriſchen Fuſsen Waſſer gleich iſt, die ſich in der Entfernung von 8,85 Zoll vom Mittelpunkte der Bleimaſſen befinden, (oder einer Anziehung von 234 ſphäriſchen Zollen Waſſer in der Entfernung eines Zolls.) In keiner Lage des Arms beträgt folglich die Anziehung des Gehäuſes mehr als $\frac{1}{1176}$ von der der Bleimaſſen. **)

*) Siehe Seite 34 Anmerkung.

**) In einem Anhange theilt Cavendiſh ſeine Berechnung mit. Bei ihr kommt es darauf an, die Anziehung eines Rechtecks auf einen Punkt zu finden, der im Perpendikel auf einem der Endpunkte des Rechtecks liegt, und für dieſe giebt er zwei verſchiedene Reihen. Das Gehäuſe war $\frac{1}{4}$ Zoll dick, und das ſpecifiſche Gewicht deſſelben 0,61. Da ſchon die Anziehung des ſo nahen Gehäuſes ohne merkbaren Einfluſs iſt, ſo muſs vollends die der entfernten Wände ganz unmerklich ſeyn. d. H.

Nimmt man diese fünf bis hierher entwickelten Correctionen zusammen, so folgt 1. aus den vier letztern, dass wegen der Anziehung der Bleimassen auf die entferntere Kugel und den Arm, so wie der Kupferstangen auf die nächste Kugel, die Anziehung, welche jede der Bleimassen auf die nächste Kugel äussert, zu vermehren ist, nach dem Verhältnisse von 0,9983 + 0,0139 + 0,0077 : 1, das heisst: von 1,0199 : 1, um die Gröfse der Anziehung zu erhalten. Nun war aber vorhin dargethan worden, dass die Anziehung der Bleimassen auf die Kugeln $\frac{1}{8739000 \cdot D}$ vom Gewichte der Kugeln ist; folglich muss die Anziehung der Kupferstäbe und der daran hängenden Bleimassen auf den Arm und seine beiden Kugeln gleich seyn $\frac{1,0199}{8739000 \cdot D}$ vom Gewichte der Kugeln; 2. ist unter der ersten Correction bewiesen, dass die Kraft, welche den Arm zur Seite zieht, wegen der Masse des Arms nach dem Verhältnisse von 1,035 : 1 gröfser seyn muss, als im Falle der Arm eine mathematische Linie wäre. Unter dieser Voraussetzung war aber gleich zu Anfang die Kraft, die den Arm um B Theile seitwärts zieht, auf $\frac{B}{818 \cdot N^2}$ von der Schwere der Bleikugeln, die am Arme hängen, berechnet worden. Daher diese Kraft wegen der Masse des Arms in der That $\frac{1,035 \cdot B}{818 \cdot N^2}$ von der Schwere der Bleikugeln be-

trägt. Folglich mufs $\frac{1,0199}{873900 \cdot D} = \frac{1,035 \cdot B}{818 \cdot N^2}$, mithin $D = \frac{N^2}{10844 \cdot B}$ seyn, ſtatt dafs wir vorhin, abgeſehen von dieſen fünf Correctionen, $D = \frac{N^2}{10683 \cdot B}$ fanden.

Es iſt uns nun noch übrig, *ſechstens* zu unterſuchen, in wie fern dieſes Reſultat durch die Lage des Arms verändert wird. *) Es ſey W, (Fig. 9,) der Mittelpunkt einer der Bleimaſſen, in ihrer Lage zunächſt am Gehäuſe; M der Mittelpunkt der näch-

*) Der Mittelpunkt der Kugeln iſt vom Mittelpunkte der anziehenden Bleimaſſen nur dann, wenn der Arm auf dem 20ſten Theilſtriche ſteht, 8,85 Zoll entfernt. Steht der Arm auf einem andern Theilſtriche zu Anfang des Verſuchs, ſo ändert das die Gröſse der Anziehung der Bleimaſſen, mithin vielleicht auch die Gröſse des Bogens B, um den der Arm zur Seite gezogen wird. Ueberdies wird das gefundene Reſultat durch die Veränderlichkeit der Anziehung bei Annäherung oder Entfernung des Arms zu den Bleimaſſen verändert, und auch von dieſer Veränderlichkeit iſt bei den bisherigen Rechnungen abgeſehen worden, (S. 27, Anmerkung.) Sie macht in der Schwingungszeit N und in dem Bogen B, um welchen der Ruhepunkt des Arms zur Seite weicht, Correctionen nöthig, und folglich auch mittelbar in der Dichtigkeit der Erde D, und dieſe Correctionen ſind es, die Cavendiſh hier unterſucht. *d. H.*

ſten Kugel, in der mittlern Lage des Arms, das iſt, wenn dieſer auf dem 20ſten Theilſtriche ſteht, B der Punkt der Ruhe für den Arm, auf den die Bleimaſſe W durch ihre Anziehung wirkt, und A der Punkt, bei welchem der Arm ruhen würde, wenn man die Gewichte wegdrehte, mithin AB der Bogen, um welchen der Arm durch die Anziehung ſeitwärts gedreht wird. Endlich ſey Z der Bogen, um welchen der Arm zur Seite gezogen würde, wenn die Anziehung auf ihn in B gerade ſo groſs als in M wäre; da ſie aber in B gröſser als in M iſt, nach dem Verhältniſſe von $WM^2 : WB^2$, ſo muſs auch $AB = Z \cdot \frac{WM^2}{WB^2}$, oder, (der bekannten Formel vom Quadrate eines Binomiums gemäſs,) ſehr nahe $AB = Z \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot MB}{MW}\right)$ ſeyn. *)

Nun drehe man die Gewichte in die entgegengeſetzte Lage, zunächſt beim Gehäuſe, ſo daſs nun w der Mittelpunkt der Bleimaſſe und b der Punkt der Ruhe der Kugel am Arme für dieſe Lage ſey, ſo iſt auch hier $Ab = Z \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot Mb}{Mw}\right)$ und da-

*) Wäre die Anziehung in B gerade ſo groſs als in M, ſo würde es für das Fortrücken des Ruhepunkts ſo gut ſeyn, als triebe den Arm eine unveränderliche Anziehung, und ſomit kommen wir auf die Hypotheſe, von der wir ausgingen. S. S. 27, Anmerkung. d. H.

her $Bb = Z \cdot \left(2 + \frac{2Mb}{Mw} + \frac{2MB}{MW}\right) = 2\frac{1}{2}Z \cdot \left(1 + \frac{Bb}{MW}\right)$; ſo daſs die ganze Bewegung des Arms, Bb, nach dem Verhältniſſe von $1 + \frac{Bb}{MW} : 1$ gröſser iſt, als ſie ſeyn würde, wäre die Anziehung überall der in M gleich. Die Lage des Arms hat folglich auf die Correction in der Bewegung des Ruhepunkts wegen Veränderlichkeit der Anziehung keinen merklichen Einfluſs, ſondern allein der Bogen Bb, um welchen der Arm ſich dreht, indem man die Gewichte aus einer Stelle zunächſt am Gehäuſe in die entgegengeſetzte bringt.

Dieſe Veränderlichkeit in der Anziehung der Bleimaſſen hat auch auf die *Schwingungszeit* Einfluſs. Die eine Bleimaſſe ſey in W, und A und B mögen daſſelbe wie vorhin, ſo wie x den Mittelpunkt der Kugel in irgend einem Schwingungspunkte bedeuten. Es ſtelle ferner AB die Kraft vor, mit welcher der Arm, wenn er in B iſt, vom gewundenen Drahte nach A zurück gedrückt wird, (mithin auch die Anziehung der Bleimaſſen, die im Punkte der Ruhe B der Drehkraft des Drahts genau gleich iſt,) und Ax die Kraft, womit der Arm im Punkte x vom Drahte nach A zurückgedreht wird; *) ſo iſt die Anziehung, die den Arm in die-

*) Dieſe Drehkraft iſt dem Bogen proportional, um welchen der Draht aus ſeiner natürlichen Lage A gewunden iſt, verhält ſich daher wie AB zu A. d. H.

dem Punkte X nach den Bleimaſſen hin zieht, gleich $AB \cdot \frac{WB^2}{WX^2}$, mithin die Kraft, womit der Arm im Punkte X' nach A zu getrieben wird, gleich $AX - \frac{AB \cdot WB^2}{WX^2}$, oder ſehr nahe $= AB + BX - AB \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot BX}{WB}\right)$ *) $= BX - \frac{2BX \cdot AB}{WB}$.

Die Kraft, womit der Arm nach dem Mittelpunkte der Schwingungen hin gezogen wird, iſt daher bei dieſer Lage der Gewichte kleiner, als ſie es ſeyn würde, wenn die Gewichte vom Gehäuſe entfernt wären, (das iſt, kleiner als BX,) nach dem Verhältniſſe von $1 - \frac{2 \cdot AB}{WB} : 1$, mithin das Quadrat der Schwingungszeit in jenem Falle *gröſser* als in dieſem, nach dem Verhältniſſe von $1 : 1 - \frac{2 \cdot AB}{WB}$; **) einem Verhältniſſe, welches nur

*) In ſo fern, wenn $\left(\frac{WB}{WX}\right) = \left(1 + \frac{BX}{WX}\right)^2$, welches ſehr nahe $= 1 + \frac{2BX}{WX}$ iſt, in dem letztern Ausdrucke ſtatt $\frac{BX}{WX}$ geſetzt werden darf $\frac{BX}{WB}$. *d. H.*

**) Wäre die Anziehung der Bleimaſſen für jede Lage des Arms ſo groſs als im Punkte der Ruhe B, ſo würde die Kraft, womit der Arm im Punkte X nach dem Ruhepunkte B hin ſtrebt, dem Bogen BX propor-

ſehr wenig von dem Verhältniſſe $1 + \frac{Bb}{MW} : 1$ verſchieden iſt, in welchem die Bewegung des Arms vergröſsert wird, indem man die Bleimaſſen aus einer Lage zunächſt am Gehäuſe in die entgegengeſetzte dreht. Da nun, wenn der Arm ſich um eine Eintheilung, zufolge der Scale dreht, der Mittelpunkt der Kugel ſich um $\frac{36{,}65}{20 \times 38{,}3}$ Zoll ſeitwärts bewegt, und alſo, wenn der Arm um einen Bogen $AB = \frac{1}{2}Bb$, der nach der Scale

tional ſeyn. Wegen zunehmender Anziehung bei abnehmender Entfernung iſt dieſe Kraft aber kleiner, nämlich nur dem Bogen $BX - \frac{2BX \cdot AB}{WB}$ proportional. Mithin verhalten ſich die beſchleunigenden Kräfte, welche den Arm bei veränderlicher und bei unveränderlicher Anziehung der Bleimaſſen treiben, zu einander wie $BX - \frac{2BX \cdot AB}{WB} : BX$ oder wie $1 - \frac{2AB}{WB} : 1$. Da nun bei Pendelbewegungen ſich die Schwingungszeiten gleich langer Pendel verkehrt wie die Quadratwurzeln aus den beſchleunigenden Kräften verhalten, (S. 31, Anmerkung;) ſo müſſen die Schwingungszeiten bei veränderlicher und unveränderlicher Anziehung der Bleimaſſen ſich verhalten, wie $1 : \sqrt{\left(1 - \frac{2AB}{WB}\right)}$ und daraus folgt die für die Schwingungszeit nöthige Correction.

d. H.

d Theile enthält, zur Seite gezogen wird, $\frac{\frac{1}{2}Bb}{MW}$ $= \frac{36{,}65 \cdot d}{20 \times 38{,}3 \times 8{,}85} = \frac{d}{185}$ Zoll beträgt, so mufs die Schwingungszeit und die Bewegung des Arms folgender Mafsen verbeffert werden. *)

Ift die Schwingungszeit durch einen Verfuch beftimmt worden, in welchem die Gewichte an dem Gehäufe in ihrer + oder — Lage waren, und hat fich der Arm um d Eintheilungen bewegt, indem man die Bleimaffen aus diefer in die mittlere Lage brachte; fo mufs die beobachtete Schwingungszeit *vermindert* werden, nach dem Verhältniffe von $\left(1 - \frac{2d}{185}\right)^{\frac{1}{2}} : 1$, das ift, nach dem Verhältniffe von $1 - \frac{d}{185} : 1$. Ift dagegen die Schwingungszeit beftimmt worden, als die Bleimaffen in ihrem mittlern Stande waren, fo ift keine Verbefferung nöthig. **)

*) Der halbe Arm vom Mittelpunkte bis an die Scale ift nämlich 38,3 Zoll lang, jeder Theil der Scale beträgt $\frac{1}{20}$ Zoll, und der Mittelpunkt der Kugel hängt 36,65 Zoll vom Mittelpunkte des Arms. Im englifchen Texte fteht in diefen Formeln zweimahl 36,35, wohl nur durch einen Schreibefehler.

d. H.

**) Diefe Verbefferung dient nämlich, die Schwingungszeit bei veränderlicher Anziehung der Bleimaffen, auf die bei unveränderlicher Anziehung,

Um für die *Bewegung des Arms* die nöthige Verbeſſerung zu finden, wenn die Bleimaſſen aus einer nächſten in die mittlere Lage gedreht werden, oder umgekehrt, beobachte man in der + oder − Lage der Gewichte den Abſtand des Arms vom 20ſten Theilſtriche, (der den Punkt *M* angiebt;) er betrage *n* Theile. Je nachdem dieſer Abſtand *nach* der Seite der Bleimaſſen zu, oder nach der *entgegengeſetzten* liegt, muſs die beobachtete Bewegung um $\frac{2n}{185}$ſtel der ganzen, im erſten Falle *vermindert*, im zweiten *vermehrt* werden. *) Werden die Bleimaſſen von

(welche mit der einerlei iſt, wenn die Gewichte gar keine Anziehung auf den Arm äuſsern, (S. 27, Anmerkung,)) zu reduciren, iſt alſo im erſten Falle, nach dem Verhältniſſe $\left(1 - \frac{2AB}{WB}\right)^2 : 1$, im zweiten gar nicht zu vermindern. Statt *WB* läſst ſich ohne merklichen Fehler *MW* ſetzen. Doch ſteht vielleicht im Texte nur durch einen Schreibefehler $\left(1 - \frac{2d}{185}\right)^{\frac{1}{2}} : 1$, ſtatt $\left(1 + \frac{2d}{185}\right)^{\frac{1}{2}} : 1 = \left(1 + \frac{d}{185}\right) : 1$, welches Cavendiſh's Vortrage beſſer entſpräche. *d. H.*

*) Es iſt nämlich, der obigen Auseinanderſetzung gemäſs, alsdann $AB = Z \cdot \left(1 + \frac{2MB}{MW}\right) = Z \cdot \left(1 + \frac{2n}{185}\right)$ und $1 + \frac{2n}{185} : 1 = AB : Z$, oder

einer nächſten Lage in die entgegengeſetzte gedreht, und der Arm bewegt ſich dabei um $2d$ Theile ſeitwärts, ſo iſt die beobachtete Bewegung um den $\frac{2d}{185}$ſten Theil zu vermindern. *) Werden die Bleimaſſen aus einer nächſten Lage in die entgegengeſetzte gedreht, und beſtimmt man die Schwingungszeit in einer dieſer Lagen, ſo bedarf es keiner Verbeſſerung, weder für die Schwingungszeit noch für die Bewegung des Arms. **)

ſehr nahe $1 : 1 - \frac{2n}{185} = AB : Z$. Man findet daher aus dem beobachteten Bogen AB bei veränderlicher Anziehung den Bogen Z bei unveränderlicher Anziehung, wenn man, falls B näher als M nach der Bleimaſſe zu liegt, von AB den $\frac{2n}{185}$ſten Theil abzieht. Liegt B weiter als M von der Bleimaſſe ab, ſo iſt BM, das iſt: n, negativ, und daher, $1 : 1 + \frac{2n}{185} = AB : Z$. *d. H.*

*) Nämlich, wie oben gezeigt iſt, iſt dann $Bb = 2Z\left(1 + \frac{Bb}{MW}\right) = 2Z\left(1 + \frac{2d}{185}\right)$, mithin $1 + \frac{2d}{185} : 1 = Bb : 2Z$, oder nahe $1 : 1 - \frac{2d}{185} = Bb : 2Z$. *d. H.*

**) Denn alsdann heben ſich die Correctionen auf. *d. H.*

Resultate.

Die Resultate aus allen 17 Versuchen, wovon der erste am 5ten August 1797, der letzte vom D. Gilpin am 30sten Mai 1798 angestellt wurde, enthält die zweite, dritte und fünfte Kolonne der folgenden Tafel, in welchen man für die Veränderungen in der Lage der anziehenden Bleimassen die *Menge* von Eintheilungen findet, um welche der Ruhepunkt des Arms, gleich während der drei ersten darauf folgenden Schwingungen, zur Seite gezogen wurde, und die mittlere beobachtete Schwingungszeit. Die dritte und sechste Kolonne geben diese Gröfsen verbessert, wie es die 6te Correction erfordert, das ist, wie sie seyn würden, wenn statt der veränderlichen, eine unveränderliche Anziehung den Arm seitwärts bewegte. Die letzte Kolonne enthält die Dichtigkeit der Erde, wie sie aus diesen verbesserten Gröfsen B und N nach der Formel auf S. 49 berechnet ist.

Verſuche	Drehung der anziehenden Bleimaſſen aus der	Um wie viel Theile der Arm dadurch ſogleich zur Seite bewegt wurde, beobachtet,	verbeſſert,	Schwingungszeit des Arms, beobachtete,	verbeſſerte **	Dichtigkeit der Erde.
1	m zur + L.	14,32	13,42	—	—	5,5
	+ zur m L.	14,1	13,17	14,55″	—	5,61
2	m zur + L.	15,87	14,69	—	—	4,88
	+ zur m L.	15,45	14,14	14′ 42″	—	5,07
3	+ zur m L.	15,22	13,56	14′ 39″	—	5,26
	m zur + L.	14,5	13,28	14′ 54″	—	5,55
4*	m zur + L.	3,1	2,95	—	6′ 54″	5,36
	+ zur — L.	6,18	—	7′ 1″	—	5,29
	— zur + L.	5,92	—	7′ 3″	—	5,58
5	+ zur — L.	5,9	—	7′ 5″	—	5,65
	— zur + L.	5,98	—	7′ 5″	—	5,57
6	m zur — L.	3,03	2,9	—	—	5,53
	— zur + L.	5,9	5,71	—	—	5,62
				7′ 4″		

*)	— zur + L.	5,72	5,54	—	—	5,79
9	+ zur — L.	6,32	—	6′ 58″	—	5,1
10	+ zur — L.	6,15	—	6′ 59″	—	5,27
11	+ zur — L.	6,07	—	7′ 1″	—	5,39
12	— zur + L.	6,09	—	7′ 3″	—	5,42
13	— zur + L.	6,12	—	7′ 6″	—	5,47
	+ zur — L.	5,97	—	7′ 7″	—	5,63
14	— zur + L.	6,27	—	7′ 6″	—	5,34
	+ zur — L.	6,13	—	7′ 6″	—	5,46
15	— zur + L.	6,34	—	7′ 7″	—	5,3
16	— zur + L.	6,1	—	7′ 16″	—	5,75
17	— zur + L.	5,78	—	7′ 2″	—	5,68
	+ zur — L.	5,64	—	7′ 3″	—	5,85

*) Während der drei erſten Verſuche hing der Arm an dem dünnen Drahte, von dem Seite 14 geſprochen iſt. Dieſer wurde darauf mit einem ſteifern verwechſelt, welchen zu drehen es mehr Kraft koſtete. Daher wich nun der Punkt der Ruhe durch die Anziehung der Bleimaſſen nicht mehr ſo weit zur Seite, und da die beſchleunigende Kraft dieſes Drahts gröſser war, muſste die Schwingungszeit im Mittel kleiner ſeyn. *d. H.*

**) Wo die Schwingungszeit in der mittlern Lage der Bleimaſſen beobachtet wurde, iſt für ſie keine Verbeſſerung nöthig; und wo die Bleimaſſen aus der + in die — Lage, oder umgekehrt gedreht wurden, bedarf es weder für die Bewegung noch für die Schwingungszeit des Arms einer Correction, wie das ſo eben deducirt iſt. *d. H.*

Man ſieht aus dieſer Tafel, daſs, obgleich die Verſuche ſehr gut zuſammenſtimmen, doch die Abweichung unter ihnen, ſowohl was die Bewegung des Arms als die Schwingungszeit betrifft, zu groſs iſt, als daſs man ſie allein den Fehlern im Beobachten zuſchreiben dürfte. Die Abweichungen in der Bewegung des Arms laſſen ſich zwar auf Rechnung des Luftſtroms ſetzen, der bey Verſchiedenheit der Temperaturen im Gehäuſe entſteht; ob aber dadurch auch in der Schwingungszeit ſolche Abweichungen bewirkt werden können, iſt zweifelhaft. Bei einem regelmäſsigen Luftzuge, der in allen Theilen des Schwingungsbogens gleiche Geſchwindigkeit hat, ſcheint mir das nicht möglich; aber höchſt wahrſcheinlich iſt der Luftſtrom ſo unregelmäſsig, daſs er doch vielleicht auch an dieſen Abweichungen Schuld ſeyn könnte.

Das Mittel aus den Verſuchen mit dem dünnen, zuerſt eingeſpannten Drahte giebt der Erde eine 5,48 Mahl gröſsere Dichtigkeit, als dem Waſſer. Völlig dieſelbe Dichtigkeit findet ſich im Mittel aus allen Verſuchen mit dem ſtärkern Drahte, zwiſchen denen der gröſste Unterſchied nicht über 0,75, und folglich die gröſste Abweichung vom Mittel nicht über 0,38, d. i., nicht über $\frac{1}{14}$tel des Ganzen beträgt. Die Dichtigkeit der Erde ſcheint alſo hierdurch mit groſser Genauigkeit beſtimmt zu ſeyn.

Zwar lieſse ſich einwenden, daſs die Luftſtröme und andere Urſachen, welche auf die Reſultate einen Einfluſs haben, deſſen Geſetze wir nicht ken-

nen, vielleicht bei allen nach derſelben Richtung wirken, und dadurch einen beträchtlichen Irrthum veranlaſſen könnten, der ſich durch keine Verſchiedenheit in den Reſultaten offenbarte. Dieſes iſt aber ſchwerlich möglich, da die Verſuche in ſo verſchiedenem Wetter, bei ſo ganz unterſchiedener Wärme der Luft und der Bleimaſſen, und bei mannigfaltigen Abſtänden des Arms von den Seiten des Gehäuſes angeſtellt ſind.

Auch lieſse ſich gegen meine Berechnung die Schwierigkeit erheben, ob auch wohl die Anziehung der Materie, (*the force of gravity*,) in ſo kleinen Abſtänden demſelben Geſetze als in groſsen Entfernungen unterworfen ſey. Allein wir haben nicht den mindeſten Grund daran zu zweifeln, es ſey denn, die Körper kommen in dem Wirkungskreiſe der Art von Anziehung, welche man Cohäſion nennt, (*come within the action of what is called the attraction of cohesion*,) und die auf eine ſehr geringe Weite eingeſchränkt zu ſeyn ſcheint. Um zu ſehen, ob vielleicht dieſe Anziehung mit ins Spiel kömmt, brachte ich im 9ten, 10ten, 11ten und 15ten Verſuche die Kugeln des Arms ſo nahe als möglich an das Gehäuſe; allein zwiſchen den Reſultaten dieſer und der vorigen Verſuche war keine Verſchiedenheit wahrzunehmen.

Schwerlich möchte alſo die gefundene Dichtigkeit der Erde, die meinen Berechnungen zu Folge 5,48 Mahl gröſser, als die des Waſſers iſt, um mehr als um $\frac{1}{14}$ fehlerhaft ſeyn. Die Beobachtungen des

D. Maskelyne über die Anziehung des Hü
Schehallien geben der Erde eine 4½ Mahl
fere Dichtigkeit als dem Waſſer, und von di
Beſtimmung weichen die Reſultate meiner Verſu
weiter, als ich erwartet hätte, ab. Welche von bei
Beſtimmungen die zuverläſſigere ſey; darüber
halte ich mich alles Urtheils, bis ich den Ein
der Unregelmäſsigkeiten, die ich bisher noch
habe meſſen können, auf die Reſultate meiner V
ſuche werde ſorgfältiger geprüft haben.

II.

BEMERKUNGEN des Herausgebers über die Anziehung verschiedener Körper unter einander; sammt Versuchen darüber,

von

Herrn Ober-Sanitätsrath und Professor Hermbstädt in Berlin.

Dafs schon Newton der Meinung war, die anziehende Kraft der Materie, aus der sich die Gesetze für die Bewegungen der Himmelskörper so glücklich hatten ableiten lassen, finde auch zwischen den Körpern auf unsrer Erde Statt, wissen wir aus Keil's Zeugnisse, und aus der 31sten Frage am Schlusse seiner Optik, über die Ursache der Schwere, wo er durch eine grofse Menge von Erfahrungen, besonders chemischen, (denen man freylich die Unvollkommenheit der damahligen Chemie anmerkt,) wahrscheinlich zu machen sucht, dafs die kleinsten Theilchen der Materie einander in der Ferne anziehen, und dafs darauf die meisten Erscheinungen in der Natur beruhen. „Auf diese Art", sagt er, „sind alle Wirkungen in der Natur sehr einfach und einander analog, indem die grofsen Bewegungen

im Weltſyſteme durch die Anziehung der gegenſeitig ſchweren Himmelskörper, und faſt alle kleinern Bewegungen auf ihnen durch andere anziehende und zurückſtoſsende Kräfte der materiellen Theilchen bewirkt werden."

Mehrere Naturkundige ſuchten ſchon damahls dieſe gegenſeitige Anziehung aller Materien, wo möglich, durch Verſuche darzuthun, doch ohne damit völlig zu glücken, indem andere, welche nach Hamb e r g e r s Beiſpiele jede Anziehung zwiſchen Körpern auf der Erde läugneten, alle dahin deutende Erſcheinungen, beſonders die Tropfenbildung, aus der Cohäſion erklärt zu haben glaubten.*) Auch blieben gegen manche dieſer Verſuche gegründete Zweifel. Wenn z. B. zwei Spiegelebenen, die durch feine dazwiſchen gelegte Seidenfäden getrennt waren, beiſammen blieben und der Trennung widerſtanden; ſo war es die Frage: ob ſie ſich nicht vielleicht in einigen Stellen berührt

*) Mit welchem Erfolge; darüber ſehe man Buſſen's gelegentliche Gedanken über einige Verſuche und Lehren von der Attraction, in deſſen *kleinen Beyträgen zur Mathematik und Phyſik*, Th. I, S. 147; ein Werk von Werth, deſſen Fortſetzung zu wünſchen wäre. „Die kugelförmige Geſtalt der Tropfen", (ſagt Hamberger nach einer treuen Ueberſetzung in ſeiner Diſ. *de cohaeſione, Ien.* 1732,) kann aus dem Gewichte nicht erkannt werden. Vielmehr iſt ſein Gewicht dieſer Geſtalt zuwider;

haben mochten; und wenn der Aſtronom ſah, daſs das Gewicht ſeiner Uhr in Pendelſchwingungen gerieth, ſo oft es dem Mittelpunkte der ſchwingenden Linſe gegen über kam; ſo war es ihm nicht zu verdenken, daſs er dieſe Wirkung lieber dem Luftzuge als der Anziehung zuſchreiben wollte, welche die ſchwere Linſe auf das Gewicht äuſserte.

Indeſs führt doch ſchon Muſſchenbroek *) einige Verſuche eines Geiſtlichen, Bertier, an, die ziemlich entſcheidend ſind, und auf die man vielleicht nur, weil ſie nicht zu dem Modeſyſteme der Cohärenz paſsten, ſo wenig geachtet zu haben ſcheint. Folgendes ſind Muſſchenbroeks Worte: „Man hänge in einen hohen gläſernen Cylinder an langen und dünnen Kinderhaaren ſehr feine Streifen Papier, Pergament, Leder, Holz, Eiſen, u. ſ. f. auf, die etwa einen Fuſs lang und $\frac{1}{2}$ Linie breit ſeyn mögen, nähere dem Cylinder von auſsen her ei-

da wegen der Schwere alle Theile des Körpers ſo tief als möglich herabſinken, welches in der Kugelgeſtalt nicht ſtatt hat. Folglich muſs, *da keine dritte Kraft vorhanden iſt*, dieſe Geſtalt von der Cohäſion der Theilchen abhangen.“ Durch die beſtändige Hülfe dieſer Paragraphen wird in der Folge die anziehende Kraft überall verbannt, welches doch, wie Buſſe bemerkt, eben die ſtreitige, vielleicht vorhandene und hierher gehörige *Kraft* war. *d. H.*

*) *Introductio ad Philoſoph. naturalem*, Lugd. 1762, pag. 350.

nen Körper, gleich viel von welcher Art; ſo werden ſich die herabhängenden Streifen dem Glaſe nach der Seite des Körpers zu nähern, wie man das am beſten mittelſt eines Fernrohrs, worin ſich ein Mikrometer befindet, wahrnehmen kann. Bertier fand zuerſt, daſs dieſe Erſcheinung allgemein ſey.“

Sinnreicher und noch mehr in die Augen fallend iſt die Art, wie Herr Profeſſor Hermbſtädt in Berlin die Anziehung verſchiedener Körper unter einander durch Verſuche darſtellte, deren in den *Annales de Chimie* und in von Crells chemiſchen Annalen nur im Entfernten Erwähnung geſchieht, und die dieſer unermüdete Naturkundige, ſo wie er ſie in Gegenwart der Herren v. Humboldt, Gilly und Eitelwein in Berlin, mehrere Mahle mit beſtem Erfolge wiederholt hat, mir auf meine Bitte in einem Briefe umſtändlich mitzutheilen, die Güte gehabt hat. Hier ſeine eignen Worte: „Eine hohe ſenſible Wage, wie man ſich ihrer zu hydroſtatiſchen Arbeiten bedient, (Taf. II, Fig. R.,) iſt an dem einen Ende ihres Arms mit einer runden Cohäſionsplatte von Glas, Meſſing oder Marmor, auf die ein Draht zum Aufhängen ſenkrecht befeſtigt iſt, verſehen. Das Ende des andern Arms trägt eine Wagſchale, und darin Gewichte, durch welche die Platte vollkommen ins Gleichgewicht und der Wagebalken in Ruhe geſetzt wird. Alles befindet ſich an einem ruhigen

Orte, wo kein Luftzug eine Bewegung veranlaſſen kann. Unter der Platte ſteht ein Piedeſtal, deſſen Teller auf und nieder geſchoben werden kann; auf dem Teller befindet ſich eine achatne Schale mit ſehr reinem Queckſilber. Wird nun die Queckſilberfläche der völlig horizontal hängenden Platte genähert, und zwar ſo, daſs ſie $\frac{1}{2}$ bis 1 ganze Linie davon entfernt bleibt, ſo iſt noch alles in Ruhe; nach wenigen Sekunden ſenkt ſich aber die Platte ſchnell herab, und cohärirt mit dem Queckſilber."

„Hier noch ein anderer Beweis gegenſeitiger Anziehung: Man ſchütte auf eine völlig horizontal liegende Glastafel zwei kleine Kügelchen Queckſilber, ſchiebe das eine Kügelchen mit einem Glasſtäbchen dem andern zu, ſo werden beide, wenn ſie noch um ein Paar Scrupel von einander entfernt ſind, Sphäroiden bilden und ſich zu einer Kugel vereinigen. Iſt die eine Kugel gröſser als die andere, ſo wird immer die kleine von der gröſsern, und nie umgekehrt angezogen werden. Folgerungen aus dieſen Erſcheinungen zu ziehen, wage ich nicht; dies überlaſſe ich Ihnen. Ich werde aber gelegentlich meine Verſuche fortſetzen und vermehren, und Ihnen dann die Reſultate derſelben mit Vergnügen mittheilen."

Höchſt wahrſcheinlich werden auf eine ähnliche Art je zwei Platten, deren eine an einem Wagbalken im Gleichgewichte hängt, die andere ihr von

unten her, auf die beſchriebene Art genähert wird, dieſelbe Erſcheinung geben, und, vermöge ihrer Anziehung, aus der Ferne her an einander fahren. Doch zweifle ich, daſs es möglich iſt, auf dieſe Art die Anziehungen verſchiedener Körper gegen einander auf Maaſs und Gewicht zu bringen. Dazu iſt ſchwerlich irgend eine andere Vorrichtung, als Coulombs und Cavendiſh's Drehungs-Apparat zu brauchen; mittelſt dieſes müſsten ſich aber ſehr genaue und unterrichtende Verſuche über die gegenſeitige Anziehung verſchiedener Materien anſtellen laſſen. Ob Coulomb ſeine Balance de torſion ſchon dazu gebraucht hat, iſt mir unbekannt; auf jeden Fall wäre es aber zu wünſchen, daſs ein ſo genauer und mathematiſcher Naturkundiger als Cavendiſh, ſeine Verſuche hierauf ausdehnen möchte.

Was ſich bei der vortrefflichen Abhandlung Cavendiſh's vielleicht noch wünſchen lieſse, iſt eine etwas andere Berechnungsmethode. Der Arm wird bey Cavendiſh's Verſuchen nicht wie der Pendel von einer, ſondern von zwei beſchleunigenden Kräften getrieben: der Kraft des Drahts, die dem Windungswinkel proportional iſt, und der Anziehung der Bleimaſſen, die im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen wächſt. Die Theorie der Bewegung eines Pendels, auf der zwei ſo einfache beſchleunigende Kräfte wirken, kann ſchwerlich ſo ſchwierig ſeyn, daſs ſie ſich nicht in

geſchmeidigen Formeln unmittelbar ſollte darſtellen laſſen, bei denen man eines ſolchen Nothbehelfs, wie der ſechsten Correction Cavendiſh's, ganz entübrigt bliebe, wiewohl freylich der Aufſatz dadurch an Gemeinverſtändlichkeit verlieren würde. Es thut mir leid, daſs meine Zeit es mir nicht erlaubt, jetzt eine ſolche Theorie zu verſuchen, und nach ihr Cavendiſh's Rechnungen zu wiederholen.

III.

BEITRÄGE ZUR HYGROMETRIE

von

M. A. F. Lüdicke.

(Fortſetzung.)

5. *Bemerkungen über das Stein- und Glas-Hygrometer, in Beziehung auf den Zuſatz §. 314 des 3ten Stücks.*

Die Bemerkung des Herrn Hochheimer: daſs das Lowitziſche Hygrometer die einmahl angezogene Feuchtigkeit nicht in dem Maaſse wieder von ſich gebe, als die Atmoſphäre trockner werde, ſcheint derſelbe aus dem Gange dieſes Hygrometers hergeleitet zu haben. Denn ich habe ebenfalls bemerkt, daſs das Hygrometer von dem trockenen Punkte ein wenig geſchwinder auf den Grad der Feuchtigkeit der Stubenluft, als es nach Beſtimmung des feuchten Punkts auf dieſen Grad kam. Ob dieſes aber allezeit und unter andern Umſtänden geſchehen werde, kann ich nicht ſagen. Ich habe jedoch die Urſache dieſer Verſchiedenheit mehr in der Luft, als in dem Steine geſucht, da bekannt iſt, daſs ſich das Abdunſten der Feuchtigkeit nach der Beſchaffenheit der Luft richte und daſſelbe oft ſehr langſam geſchehe. Wollte man ſich bemühen, dieſes durch Verſuche aufzuhellen, indem man die Luft unter

der Glocke einmahl von Gran zu Gran nach und nach austrocknete, ein ander Mahl aber granweise nach und nach feucht machte, und fände man alsdann, dafs das Hygrometer bei dem Austrocknen langſamer gehe: ſo würde man immer noch ungewifs ſeyn, ob die Luft ſelbſt die Feuchtigkeit ſpäter angenommen, oder der Stein dieſelbe langſamer verlaſſen habe. Man kann jedoch hoffen, dafs ein anhaltender Gebrauch dieſes Hygrometers und öftere Vergleichungen mit andern Hygrometern dieſe Zweifel gegen den gleichförmigen Gang aufklären werden. Dafs aber ſtarke Hygrometerſteine ſich ſpäter mit der Luftfeuchtigkeit ſättigen und ſie langſamer verlaſſen, als dünne Steine; habe ich ſelbſt bemerkt, und iſt eben ſo natürlich, als der langſamere Gang der Thermometer mit weitern Röhren und gröfsern Kugeln. Sie müſſen auch mit letztern den Fehler gemein haben, dafs ſie die ſchnell abwechſelnden Veränderungen der Luft nicht anzeigen.

Das von Herrn Hochheimer vorgeſchlagene Glas-Hygrometer würde in vielen Rückſichten ſehr brauchbar und bequem ſeyn, wenn die Wärme und Kälte keinen ſo groſsen Einfluſs auf daſſelbe hätten. Ich darf nur hierbei die Glasgeräthe der Mitglieder der Florentiner Akademie und der Herren Fontana und Le Roy*) in Erinnerung bringen; wo man ſich der Kälte bediente, um das Anſchlagen

*) Gehlers phyſik. Wörterbuch, 2 B., S. 664.

der Dünſte an das Glas zu bewirken. Die matt geſchliffenen Glasflächen können zwar zu gleichförmiger Verbreitung der Dünſte, und vielleicht noch in anderer Abſicht dienlich ſeyn: aber auf das Anſchlagen der Dünſte können ſie keinen Einfluſs haben; dieſes geſchieht nur alsdann, wenn das Glas kälter als die Luft iſt. Da nun das Glas ein viel ſchlechterer Wärmeleiter als die Luft iſt; folglich die Wärme ſpäter annimmt und verliert, als die Luft: ſo kann es zwar einiger Maſsen als Hygrometer dienen, wenn die Luft nach und nach wärmer wird; wenn aber die Wärme der Luft abnimmt, ſo wird das Glas immer noch etwas wärmer, als die Luft ſeyn, und es werden ſich keine Dünſte anſchlagen, ſo viel auch deren in der Luft befindlich ſeyn ſollten. Wollte man ja annehmen, oder ſollte es ſich auch beſtätigt finden, daſs die in dem Glaſe befindliche Potaſche einige Feuchtigkeit einſaugte; ſo würden dennoch die ſehr anſehnlichen Abweichungen, welche in beiden Fällen von der Wärme und Kälte hervorgebracht werden, das Glas-Hygrometer entweder ganz unbrauchbar machen, oder man würde es nur mittelſt einer mühſamen Corrections-Tafel gebrauchen können.

Aus dem vorhin Geſagten wird man leicht auf die Vermuthung kommen, daſs auch der Hygrometer-Stein dieſem Fehler des ſpätern Erwärmens und Erkaltens ausgeſetzt ſeyn müſſe. Wenn man aber erwägt, daſs dieſer Schiefer ein beſſerer Wärmeleiter als Glas, und daſs der Cubik-Inhalt der Glas-

tafel 70 Mahl gröfser, als der des Steines fey; so wird man sich leicht überzeugen, dafs der Stein noch nicht $\frac{1}{70}$ dieses Fehlers haben könne, und dafs dieser kleine Fehler gegen das starke Einsaugen der Feuchtigkeit, welches bei dem Hygrometer-Steine Statt findet, verschwinden müsse.

b. Die am Schlusse dieses Zusatzes geäufserte Vermuthung veranlafst mich, zu untersuchen: in wie fern das Stein-Hygrometer nach meiner Einrichtung als Manometer wirken, oder welche Veränderungen die gröfsere oder geringere Dichtigkeit der Luft auf dasselbe hervorbringen könne. Bei dem beschriebenen Werkzeuge ist die gröfste Länge des Schiefers $1\frac{1}{8}$, die kleinste Länge $\frac{7}{8}$, die Breite $\frac{7}{8}$, und die Dicke 0,03 dresdner Zoll. Es beträgt also der Inhalt dieses Schiefers 0,026 Cubikzoll. Das Gegengewicht dieses Steins befindet sich mit dem Steine in gleicher Entfernung von dem Ruhepunkte, ist aber kleiner, weil der Weiser einen Theil dieses Gegengewichts ausmacht. Das Stück, um welches der längere Arm dieser Wage gröfser, als der kleinere ist, würde ebenfalls berechnet werden müssen, da es bei einer ansehnlichern Gröfse ebenfalls die verschiedene Dichtigkeit der Luft empfinden würde: allein ich will das ganze Gegengewicht, welches ungefähr 0,008 Cubikzoll betragen würde, gänzlich übergehen, und nehme daher den Raum Luft, dessen veränderte Dichtigkeit auf das Hygrometer Einflufs haben kann, wirklich zu grofs an, wenn ich ihn zu 0,026 Cubikzollen in Rechnung

bringe. Ein rheinländiſcher Cubikſchuh Luft wiegt nach Herrn D. Gren *) 615 Gran. Es wird daher ein dresdner Cubikfuſs 451 Gran oder 570 As; ein Cubikzoll Luft 0,33 As, und der Raum von 0,026 Cubikzoll Luft nur 0,0085 As wiegen. Ungeachtet man ſchon hieraus ſehen wird, daſs dieſes kleine Gewicht der Luft durch ihre noch viel geringere Veränderung keine ſichtbare Aenderung bei dem Hygrometer bewirken werde; ſo will ich doch, um nichts zu übergehen, dieſe Rechnung fortſetzen. Halley hat gefunden, daſs die Luft in England bei der gröſsten Sommerwärme um $\frac{1}{13}$ dünner und bei der gröſsten Winterkälte um $\frac{1}{20}$ dichter, als bei der mittlern Temperatur ſey. Hiernach beträgt der Unterſchied zwiſchen der kleinſten und der gröſsten Dichtigkeit $\frac{1}{13} + \frac{1}{20} = 0{,}127$. Wenn daher der Raum Luft, den der Hygrometer-Stein aus der Stelle treibt, bei ihrer geringſten Dichtigkeit 0,0085 As gewogen hätte; ſo wird derſelbe bei der gröſsten Dichtigkeit um 0,001 As mehr wiegen und den Hygrometer-Stein um ſo viel leichter machen. Da nun 1 As an dem Gradbogen einen Ausſchlag von 34 Graden giebt; ſo wird dieſe Vermehrung der Dichtigkeit der Luft an den Gradbogen 0,03 Grad betragen, welches ein ganz unſichtbares Theilchen iſt, da man ſchon 0,1 Grad nicht ſchätzen kann.

*) Deſſen *Naturlehre*, §. 620.

6. *Ein neuer Hygrometer - Stein.*

Der aſtrachanſche Hygrometer - Schiefer erhält ſich immer noch in ſolcher Seltenheit, daſs ich jedes unbearbeitete Stück, welches nur Einen Hygrometer - Stein gab, mit acht Groſchen habe bezahlen müſſen, und war immer noch ungewiſs, ob ein dem Anſehen nach ſehr gutes Stück, ein hinlänglich groſses Täfelchen von der erforderlichen geringen Dicke geben würde, da zuweilen feine Sandadern darin enthalten ſind, welche das Abbrechen eines Stücks veranlaſſen. Man hat zwar auch inländiſche Schiefer von dieſer Art entdeckt, und ich habe ſelbſt bei Meiſsen ein Stück gefunden, welches ſehr nahe dieſelbe Güte hat: allein es hatte noch mehrere Sandadern und lieſs ſich nicht ſo dünn bearbeiten. Da ich nun überhaupt gröſsere Täfelchen von einerlei Geſtalt und Gröſse zu erhalten wünſchte, ſo bemühete ich mich, eine Maſſe zu entdecken, aus welcher ich dergleichen Steine von beliebiger Geſtalt und Gröſse formen könnte. Nach verſchiedenen Proben bin ich auch ſo glücklich geweſen, eine ſehr feine Erdart zu finden, welche bei gehöriger Bearbeitung einen Stein giebt, der die Feuchtigkeit ſehr ſtark einſaugt, die Erhitzung noch ſicherer verträgt, und noch etwas feſter iſt, als der aſtrachanſche Stein. Er iſt von ſchwarzbrauner Farbe und hat die Geſtalt zweier Halbkreiſe, welche ein Quadrat einſchlieſsen, deſſen Seite 1 dresdner Zoll hält. Es beträgt daher die gröſste Länge 2 Zoll, die Breite 1 Zoll, und deſſen Dicke hält 0,05 dresdner Zoll.

Solchemnach ist der Inhalt einer Seitenfläche 1,785 Quadratzoll, und der Inhalt des ganzen Steins 0,053 Cubikzoll. Ein Stein wog ausgeglühet $20\frac{1}{2}$ As, durch Wasser schnell gezogen $24\frac{1}{2}$ As; ein anderer Stein wog ausgeglühet $21\frac{1}{2}$ As, voll Wasser $25\frac{1}{2}$ As; dass also in beiden Fällen das eingesogene Wasser 4 As wog. *) Dieses kleine Gewicht ist bei meiner Einrichtung vollkommen hinreichend, da der astrachanische Stein an dem im dritten Stücke beschriebenen Hygrometer noch nicht 2 As Wasser einnahm. Das von Herrn Lowitz selbst gebrauchte Täfelchen, welches glühend 175 Gran gewogen und 72 Gran Wasser angenommen hatte, hat zwar, wenn man auf

*) Diese Bestimmungen sind von Hygrometer-Steinen aus einer braunröthlichen Masse, die Herr Lüdicke nachher mit einer schwarzbraunen vertauschte, entlehnt. Ein Stein aus dieser Masse, den ich der Güte des Herrn Lüdicke verdanke, der aber durch einen Zufall zerbrochen war, wog *nicht* ausgeglüht, und daher schon mit einiger Feuchtigkeit geschwängert, 368 Richtpfennigtheile oder $27\frac{1}{2}$ As, und mit einem Pinsel wiederholt überstrichen 422 Richtpfennigtheile oder $31\frac{1}{3}$ As, wobei er wahrscheinlich noch nicht so viel Wasser aufgenommen hatte, als er fassen konnte, ohne dadurch äusserlich nass zu werden. Dabei blieb er eben so compakt als zuvor, so dass diese Masse alle Eigenschaften zu besitzen scheint, welche man an einem Hygrometer-Steine wünschen kann; und selbst dem astrachanschen Schiefer möchte sie durch ihre grössere Reinheit vorzuziehen seyn. *d. H.*

den Cubikinhalt sieht, verhältnifsmäfsig noch einmahl so viel Feuchtigkeit eingesogen, als ein astrachanscher Stein; es ist aber auch höchst wahrscheinlich viel dicker gewesen, als letzterer. Aus dieser verschiedenen Stärke sowohl, als aus der verschiedenen sehr sichtbaren Mischung dieses Schiefers läfst sich die Verschiedenheit des Einsaugens sehr wohl erklären. Wenn man diesen künstlichen Stein in Wasser eintauchen will, so mufs es eben so, wie bei einem so schwach bearbeiteten astrachanschen Steine, sehr geschwind geschehen, und der unten angehängte Wassertropfen sogleich mit einem Stücke Löschpapier abgenommen werden, damit sich nicht ein kleiner Theil unterhalb davon losweichen könne. Noch sicherer ist es, ihn mit einem nassen Haarpinsel zu bestreichen. Zur Bestimmung des feuchten Punktes wird jedoch, wie ich schon im dritten Stücke bemerkt habe, die Feuchtigkeit der Luft am dienlichsten seyn. Sollten sich Liebhaber finden, welche meinen Stein zu Versuchen anwenden wollten, so verspreche ich jedes Stück von oben angegebener Gröfse und mit einer kleinen Oeffnung zum Aufhängen versehen, für sechs Groschen abzulassen und auf sechs Stück das siebente frei zu geben, auch in der Folge an verschiedenen Orten kleine Vorräthe zu unterhalten, im Falle mehrere Nachfrage geschehen sollte. *)

*) Sollte nicht in mehrern Lesern der interessanten Lüdickschen Aufsätze über Hygrometrie der Wunsch

ZUSATZ.

Beſchreibung einer ſchönen Kryſtalliſation.

Bei Beſtimmung des feuchten Punktes an dem Sauſſürſchen Hygrometer, (*Annalen*, B. 1, S. 282,) hatte ich mich einer groſsen porzellanenen Schüſſel bedient, welche einen ziemlich ebenen Boden hatte. Die Glasglocke war innerhalb mit einem Schwamme angefeuchtet worden, welcher noch etwas Kreide von dem vorhergehenden Gebrauche enthielt; und das Hygrometer ſelbſt hatte ich auf einige Stücke von Aetiten, wie ſie bei Meiſsen gefunden werden, und welche gleich zur Hand waren, geſtellt, damit der unterſte Theil des Haares über der Oberfläche des Waſſers etwas mehr erhöhet werden möchte. Bald nach vollendeter Beſtimmung des feuchten Punktes ward ich durch meine Amtsarbeit von dieſer Nebenbeſchäftigung abgezogen, daſs daher die Schüſſel nebſt dem Waſſer und den darin befindlichen Steinen, jedoch ohne Glocke und ohne Hygrometer, acht Tage lang in einer Stube unge-

entſtehen, daſs Herr Magiſter Lüdicke ſich entſchlieſsen möchte, die von ihm im vorigen Bande beſchriebene Vorrichtung zu einem Stein-Hygrometer gleichfalls in Vorrath verfertigen zu laſſen, damit man ſie zugleich mit dem Hygrometer Steine kaufen könnte? Das würde vielleicht das beſte Mittel ſeyn, zu correſpondirenden Hygrometern zu gelangen. *d. H.*

ſtört ſtehen blieb. Als ich nun nach dieſer Zeit auf dieſen Gegenſtand wieder zurückkam, fand ich das Waſſer gänzlich abgedunſtet und die Hälfte des Bodens der Schüſſel um die Steine herum mit einer Kryſtalliſation belegt, welche mit den Lichtenbergiſchen electriſchen Figuren und mit dem Diamenbaume viel Aehnlichkeit hat. Ein geſchickter Mahler hat ſie kurz darauf abgezeichnet. Sie beſtand gröſstentheils aus einer Menge elliptiſcher weiſser Blättchen, welche auf einem hellbraunen Grunde lagen. Eine Menge dieſer Blättchen war ſehr klein, ſie hingen ſehr nahe an einander, und gaben theils den Grund zu einer einem Fallhorne ähnlichen Figur, theils machten ſie die Zweige aus. Eine Menge theils groſser theils kleiner Blättchen lag in dem hellbraunen Grunde ſelbſt, demſelben eingemengt, und eine Menge groſser glänzend weiſser Blätter war etwas erhaben über dem Grunde, und ſtellte einigermaſsen die Blätter an den Blumen und Zweigen dar. Einige von den groſsen Blättern lagen ſo frei auf dem Grunde, daſs ſie mehr zu ſchweben als aufzuliegen ſchienen. Bei dieſen gröſsern Blättchen lieſs ſich ihre Figur vermittelſt einer Hand-Loupe am deutlichſten erkennen; ſie war etwas länglich achtſeitig.

IV.

EINIGE BEOBACHTUNGEN

über

den Galvanismus in der anorgiſch Natur und über den Zuſammenhang a Electricität mit der chemiſchen Qua lität der Körper;

von

JOH. WILH. RITTER.

Auch in der anorgiſchen Natur iſt der Galvanism wirkſam. — So mannigfaltige Reſultate der bis rigen Unterſuchungen des Galvanismus, an welch lebende thieriſche Organe Theil nahmen, wie ſchon darauf hin. Es giebt Fälle, wo dieſe The Agens und Reagens zugleich ſind, aber wieder welche, wo alles darauf hindeutet, daſs ſie bloſs letzteres zu betrachten ſind, und wo ſie deſſen ungeachtet durch die immer ſich ereignenden Ver derungen eine groſse Intenſität vorhandener, un dem Nahmen: *Galvanismus*, bekannter Wirkſamk verkündigen, letztere alſo von ihnen nicht ab hängen ſcheint. Aber es kann Skeptiker geb die immer noch einen verſteckten Verkehr zwiſch dieſer Wirkſamkeit und der Gegenwart jener th riſchen Theile in der ihr zum Gefäſse dienend Kette für möglich halten, und die unſrer Verm thung ſo lange keine Gültigkeit zugeſtehen, als w

nic

nicht andere Reagentien, wie thierische Theile, als wir nicht *völlig anorgische Körper* auffinden können, die in *ganz aus anorgischen Gliedern* gebildeten, wirklich geschlossenen Ketten, gleichfalls Veränderungen, (ihrer Mischung u. s. w.,) erleiden, denen sie beim Mangel des Geschlossenseyns dieser nicht ausgesetzt sind. Es ist mir endlich geglückt, durch eine genauere Analyse der zuerst von Ash angestellten, nachher von Gödeking und von Humboldt wiederholten, und vom Letztern in s. Vers. über die ger. Muskel- und Nervenfaser, I, 472 bis 477, beschriebenen Versuche, dieser Forderung Genüge zu leisten. Da in dem ersten Bande meiner *Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus* u. s. w. weitläuftiger die Rede davon seyn wird, so entschuldigen Sie mich, wenn ich Ihnen für jetzt nur einen Versuch als Beleg meiner Angabe beschreibe.

Setzen Sie auf eine Glastafel 6 bis 8 Tropfen *destillirten Wassers*, bringen Sie in dieses Wasser, in einer Entfernung von 3, ¼ bis 6 Linien, die glatt gefeilten Grundflächen zweier Stäbe von verschiedenen *Metallen*, ohne dass Sie dieselben oben durch ein drittes Stück mit einander verbänden, und dadurch das bildeten, was man bei Galvani'schen Versuchen die Kette nennt. Setzen Sie auf dasselbe Glas, in einiger Entfernung von der erstern, eine gleiche Menge Wasser, versetzen Sie zwei andere Stäbe der nämlichen Metalle genau in die nämlichen Verhältnisse, nur verbinden Sie diese letztern oben durch ein drittes Stück, damit

ſo die Kette geſchloſſen werde. Laſſen Sie die ganze Vorrichtung bei einer Temperatur von 10° bis 15° Reaum. 4 bis 6 Stunden ruhig ſtehen, und dann ſehen Sie nach, was vorgegangen iſt. Waren dieſe beiden Metalle Zink und Wismuth, oder Zink und Silber, ſo werden Sie in der *ungeſchloſſenen* Kette nur *ſehr wenig* entſtandenes Oxyd, und zwar *Zink-Oxyd*, antreffen, indeſs in der *geſchloſſenen* die Menge deſſelben *ſehr beträchtlich* iſt. Bei Zinn und Silber wird in der ungeſchloſſenen Kette meiſt keine Spur von oxydirtem Zinne wahrzunehmen, in der geſchloſſenen aber die Oxydation ſehr ſtark ſeyn. Kupfer, (allein oder) mit Reiſsblei in der ungeſchloſſenen Kette, wird einen röthlichen Fleck zeigen, der in der geſchloſſenen weit ſtärker iſt; eben ſo Wismuth. In einem Verſuche fand ich ſogar um das *Silber* herum, das ich mit kryſtalliſirtem Braunſtein-Oxyd auf ähnliche Art behandelte, etwas Kalk entſtehen, der ſchwärzlich war, weil der Verſuch im Tageslichte angeſtellt wurde; daſs aber Silber allein, im Waſſer nicht die geringſte Veränderung erleidet, iſt bekannt. Ich habe dieſe Verſuche alle oft genug, und in Gegenwart anderer wiederholt, um nicht durch einen möglichen Zufall getäuſcht zu werden. — Da Wärme überall chemiſche Prozeſſe ſo entſchieden begünſtigt, ſo kam ich auf den Gedanken, auch hier von ihrem Einfluſſe Gebrauch zu machen, und wirklich gelang es mir, bei einer Temperatur von 70 bis 80° Reaum. das in 4 bis 6 *Minuten* darzuſtellen, auf was ich ſonſt we-

nigſtens eben ſo viele *Stunden* warten muſste. Sehr oft ſah ich um den *Zink in der geſchloſſenen Kette die ſtärkſte Oxydation*, während der *in der ungeſchloſſenen Kette kaum* noch Zeit gehabt hatte, *eine Spur* davon zu bilden.

Aber was iſt das Gemeinſame dieſer Erſcheinungen anders, als: Beſtimmung einer ſich im Produkte als chemiſch äuſsernden Thätigkeit, durch dieſelben Bedingungen, deren Reſultat die irritable Faſer contrahirt; was anders, als: *Galvanismus in der anorgiſchen wie in der organiſchen Natur!* — Daſſelbe *Metall* wird hier in ſeiner Oxydabilität erhöht, auf deſſen Seite im Galvaniſiren thieriſcher Theile, (ſ. meinen Beweis, daſs ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeſs in dem Thierreiche begleite, 1798, S. 52, 54 und Fig. 11,) *ein reizbares Organ* am ſtärkſten oder allein contrahirt wird; daſſelbe Metall, welches, wenn das mit ihm verbundene andere in Säuren aufgelöſet wäre, dieſes aus denſelben metalliſch niederſchlagen würde, — gleichſam als wär's Eine Kraft, welche Muskelfaſern erſchüttert und Metalle in ihre Elemente auflöſet. Schon das letzte Verhältniſs der angeführten möchte den Antheil ahnden laſſen, den jene Wirkung an demſelben hat; eine Reihe ſorgfältig angeſtellter Verſuche indeſs ſoll wirklich beweiſen, daſs dieſe Ahndung Wahrheit enthalte, — und wäre es, wie manche bereits ältere und andere eigne neuere Beobachtungen anzudeuten ſcheinen, darzuthun, daſs ſelbſt *Iſolatoren des Galvanismus*, unter gehörigen Um-

fänden, dieſelbe Wirkung, nur auf weit eingeſchränktere Sphären, ausüben, dann lieſse ſich wohl mit mehr als Wahrſcheinlichkeit der Umfang berechnen, den von nun an die Lehre des Galvanismus und ſeiner Anwendung als Erklärungs-Princips dieſer und jener Naturerſcheinungen haben muſs.

Noch füge ich eine andere Beobachtung bei, die vielleicht beſtimmter, als eine der bereits vorhandenen, die *Beziehung der Electricität auf chemiſche Qualität der Körper*, merklich macht, und auf die ich bei der Zergliederung der vom Herrn von Humboldt, (ſ. *Salzb. med.-chir. Zeit.*, 1797, IV, 380, 381, und *Verſ. über die ger. Muskel- und Nervenfaſer*, II, 454, 455,) entdeckten „Neuen electriſchen Erſcheinung", die ich übrigens völlig beſtätigt, und auch, da bei Anwendung des Glaſes die Electricität poſitiv iſt, für die negative eben ſo geltend gefunden habe, geleitet wurde. — Man lege auf einer Glastafel von zwei friſchen, wie für Galvani'ſche Verſuche präparirten Froſchſchenkeln, den *Nerven* des einen auf eine Platte Silber, den andern auf eine Platte Zink, und verbinde beide Platten durch ein Stück Metall, etwa Eiſen, oder bringe ſie in unmittelbare Berührung mit einander; man wird hierbei gewöhnlich, ſobald die Schenkel oder ihre Nerven nicht noch ſonſtwo mit einander verbunden werden, keine Zuckung bemerken. Man lade nun eine Leidner Flaſche entweder ſo weit, daſs ſie, wenn ſie jetzt entladen würde, noch keine merkliche Commotion gäbe, oder lade ſie ſtark, und

entlade ſie vorher, und bringe nun, indem man die Flaſche an der äuſsern Belegung faſst, den Knopf mit dem einen von den ſich berührenden Metallen in Berührung. Iſt die innere Belegung *poſitiv* geladen, ſo werden bei ſtarker Ladung zwar beide Schenkel, anfangs ſcheinbar gleich ſtark, bewegt werden, bei wiederholten Berührungen aber wird deutlich die Contraction des Schenkels ſchwächer werden, deſſen Nerve auf dem Silber liegt, und bald wird ſie bis zum Verſchwinden aller Contraction nur noch in dem mit dem Nerven auf dem *Zink* liegenden Schenkel allein zu ſehen ſeyn. Iſt die Ladung der genannten Belegung hingegen *negativ*, ſo wird das Verhältniſs gerade das umgekehrte ſeyn, das iſt, am ſtärkſten, und dann ganz allein wird der mit ſeinem Nerven auf dem *Silber* liegende Schenkel zucken. Legt man zwei Schenkel mit ihren *Muskeln*, den einen auf Silber, den andern auf Zink, ſo wird bei *poſitiver* Electricität ebenfalls der auf dem *Zink*, und bei *negativer* der auf dem *Silber* liegende Schenkel am ſtärkſten oder allein contrahirt werden, nur gehören hier bei gleichen Erregbarkeiten ſtärkere Mengen Electricität dazu, um gleiche Wirkungen hervorzubringen. — Sie ſehen ſehr bald, welcher Ausdehnung dieſe Phänomene fähig, und daſs Zink und Silber nicht die einzigen Metalle ſind, die dieſelben gewähren. Die Reihe der letztern iſt hier dieſelbe, wie in den vorhin erzählten Erſcheinungen. — Deſſen ungeachtet aber werden wir hieraus, wenigſtens hier-

aus allein nicht, auf die Identität des Princips Galvani'ſcher Wirkſamkeit mit dem der electriſchen ſchlieſsen dürfen, da genauere Betrachtungen der Phantaſie Schranken ſetzen. Ein deſto freieres Spiel hingegen wird dieſer als Vorläufer der Wahrheit vergönnt ſeyn, wenn es ſich, was mehr als wahrſcheinlich iſt, bald zeigen ſollte, daſs dieſe entgegengeſetzten Electricitäten auch für wirkliche Stimmung *chemiſcher* Prozeſſe, ſich eben ſo *entgegengeſetzt* verhielten.

V.

Ueber
drehende Schwingungen eines Stabes,
von
E. F. F. Chladni. *)

Die bisher bekannt gewordenen Schwingungen eines Stabes, das ist, eines vorzüglich nach *einer* geraden Richtung ausgedehnten, für sich elastischen Körpers, sind entweder *Transversal-Schwingungen*, wo der Stab, oder die Theile, in welche er sich abtheilt, seitwärts so schwingen, dass sie mannigfaltige krumme Linien bilden, oder *Longitudinal-Schwingungen*, wo der Stab oder jeder seiner Theile sich der Länge nach so ausdehnt oder zusammenzieht, dass er sich bald gegen den einen, bald gegen den andern Schwingungsknoten stemmt. Erstere Arten der Schwingungen sind zuerst von Daniel Bernoulli und nachher noch vollständiger von Euler in den *Act. Acad. Petropol.*, 1779,

*) *Neue Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.* II. Band. Auf Kosten der Gesellschaft. Berlin 1799, S. 274. Der Inhalt dieser reichhaltigen Sammlung ist auf dem Umschlage abgedruckt; wir hoffen dadurch den Dank der Naturforscher zu verdienen, da Bücher, welche nicht im Buchhändler-Verlage sind, selten anders als auf Bestellung in Buchläden angetroffen werden.

T. I. beſtimmt worden; letztere habe ich in einem Aufſatze über die Longitudinal-Schwingungen der Saiten und Stäbe, (Erfurt 1796.) zuerſt bekannt gemacht.

Seit einiger Zeit habe ich bemerkt, daſs auſser dieſen beiden Richtungen der ſchwingenden Bewegung noch eine dritte ſtatt findet, wo ſich der Stab oder jeder der Theile, in welche er ſich abtheilt, abwechſelnd, rechts und links, ſchraubenförmig dreht, wobei die Schwingungsknoten oder die Grenzen der ſchwingenden Theile, eben ſo wie bei andern Arten der Schwingungen, ohne Bewegung bleiben. Es laſſen ſich dergleichen *drehende Schwingungen* am leichteſten an einem hinlänglich langen cylindriſchen Stabe, deſſen Oberfläche ſo glatt als möglich iſt, hervorbringen, wenn man den Stab an einer Stelle, wo ein Schwingungsknoten iſt, mit zwei Fingern der einen Hand locker hält, und mit einem zwiſchen den Fingern der andern Hand gehaltenen wollenen Läppchen, an einer ſchwingenden Stelle, in einer drehenden Richtung reibt. Wenn der Stab von Holz oder Metall iſt, ſo wird das Läppchen vorher mit Colophonium oder anderm Harzſtaube beſtrichen; wenn man ſich aber eines gläſernen Stabes, oder, welches hier eben daſſelbe iſt, einer gläſernen Thermometer- oder Barometerröhre bedient, wird es mit Waſſer benetzt und mit einem feinen Schleif- oder Polirſande beſtreuet.

Die Arten, wie ein Stab, nachdem er entweder ganz frei, oder an einem Ende befeſtigt und an

dem andern frei, oder an beiden Enden befeſtigt iſt, ſich in ſchwingende Theile abtheilen kann, ſo wie auch die Lage der Schwingungsknoten, ſind ganz eben ſo, wie bei den Longitudinal-Schwingungen; auch richten ſich die Höhe und Tiefe der Töne nach eben denſelben Geſetzen, daher ich zu Vermeidung unnöthiger Weitläufigkeit mich in allem dieſem auf meinen ſchon erwähnten Aufſatz: Ueber Longitudinal-Schwingungen, berufe. Es zeigt ſich aber dabei dieſer Unterſchied, daſs, ſo weit ich es beobachtet habe, bei einer drehenden Richtung der ſchwingenden Bewegung der Ton allemahl um eine Quinte tiefer iſt, als wenn der Stab unter eben denſelben Umſtänden longitudinal ſchwingt.

Aus dieſen drehenden Schwingungen erklärt ſich eine Erſcheinung, welche ich in meinen Entdeckungen über die Theorie des Klanges, S. 72 und 73, erwähnt, aber unrichtig beurtheilt habe. Es zeigte ſich nämlich an einem vierſeitigen prismatiſchen Stabe, deſſen eines Ende in einen Schraubenſtock geſpannt war, wenn ich eine von deſſen Kanten in diagonaler Richtung mit dem Violinbogen ſtrich, und auf eine horizontale Seite deſſelben Sand ſtreute, mitten auf dieſer eine der Länge nach gehende Linie, wo der aufgeſtreuete Sand, welcher von den übrigen Stellen durch die Schwingungen weggeworfen ward, ruhig liegen blieb; und eben daſſelbe zeigte ſich auf jeder Seite des Stabes, wenn ſie horizontal gehalten ward. Auch an einer vier-

ſeitigen Stimmgabel habe ich dieſes einigemahl b
merkt. Die Urſache davon liegt darin, weil an d
Kanten, wegen ihrer gröſsern Entfernung von d
Achſe, die Excurſionen bei dieſen Schwingung
gröſser ſind, als in der Mitte einer jeden Sei
weshalb der aufgeſtreuete Sand, welcher v
den näher an den Kanten befindlichen Stell
weggeworfen wird, in der näher bei der Ach
befindlichen Mitte einer jeden Seite, wo d
Schwingungen am kleinſten ſind, der Läng
nach ſich anhäufen muſs.

VI.

BESCHREIBUNG

eines Dynamometers, (Kraftmeſſers,) und der damit angeſtellten Verſuche zur Schätzung der Kräfte der Menſchen, der Thiere, und des Widerſtandes bei Maſchinen,

von

dem Bürger REGNIER. *)

A, (Taf. II,) ſtellt in perſpectiviſcher Zeichnung eine elliptiſche Stahlfeder vor, die mit Leder überzogen wird, um die Hand beim Zuſammendrücken nicht zu verletzen. Sie iſt 32 Centimeter, (12 Zoll,) lang, aus gut gehärtetem Stahle, (*acier corroyé et trempé avec ſoin*,) verfertigt, und man verſichert ſich zuvor durch den Druck einer Kraft, die ſtärker iſt, als alle, welche daran geſchätzt werden ſollen, von ihrer Güte, und daſs ſie während des Gebrauchs nichts an Elaſticität einbüſsen werde. An den einen Arm der Feder iſt der ſtählerne Träger *B* durch Einſchnitte und Schrauben, (*à patte et à vis*,) ſtark befeſtigt, und auf dieſem Träger ſitzt eine Meſſingplatte *C*, in Form eines Halbkreiſes, auf den zwei Bogen mit Theilungen, die eine nach Myriagrammen, (etwas über 20 Pfund des Markgewichts,) andere nach Kylogrammen, (etwas über zwei Pfund,) eingeriſſen ſind.

*) *Journal de l'Ecole polytechnique. Cahier V, Tome II, an VI*, à Paris, p. 160—178.

D ist ein zweiter Träger von Stahl, der auf dieselbe Art an den andern Arm der elliptischen Feder befestigt ist. Er endigt sich in eine gabelförmige Klammer bei *d*, in welcher, (durch einen stählernen Stift befestigt,) der kupferne Zurückstoßer, (*un petit repoussoir en cuivre*,) *E*, sich frei bewegen kann. Deutlicher, und zwar in seiner natürlichen Größe, ist dieser Mechanismus bei *H* dargestellt. *F* ist ein leichter und elastischer stählerner Zeiger, der durch eine Schraube im Mittelpunkte des halben Kreises befestigt, und bei *G* mit einem kleinen Polster von Tuch oder Leder versehen ist, um die Reibung gegen den halben Kreis so gering wie möglich zu machen. Man wird bemerken, daß der Zeiger vorne zwei Spitzen trägt, eine vor und die andere in der Mitte der Oeffnung, und so dient er für beide Eintheilungen. Die erste Eintheilung in Myriagrammen dient zu allen denen Versuchen, welche die elliptische Feder nöthigen, sich nach ihrer grossen Achse zu verlängern, wie bei der Prüfung der Stärke eines Zugthieres; die zweite Eintheilung, in Kylogrammen, ist für die Versuche, (z. B. zur Prüfung der Muskelkraft der Hand,) bestimmt, bei welchen man die beiden Arme der Feder zusammendrückt.

Ueber diese Theile, auf welchen der Mechanismus des Instruments beruht, ist, um sie gegen Nässe und andere Unfälle zu sichern, die kleine Messingplatte *I* befestigt. Auch auf ihr befindet sich ein eingetheilter Bogen, dessen Theilstriche denen auf

den erſten Bogen entſprechen; und das Spiel eines kleinen Zeigers, der hinter dieſer Platte liegt, zeigt hier alle Veränderungen in der Stahlfeder. Mittelſt eines Schraubenſchlüſſels, den man durch die Oeffnung *K* dieſer Platte ſteckt, läſst ſich der ſtählerne Zeiger *F* feſter oder loſer andrücken.

L iſt ein Stück Meſſing durch Hämmern gehärtet und mit einem Hütchen, wie die Magnetnadel, verſehen. In dieſes Hütchen ſpielt der untere Theil des Stifts an dem Hebel *H* ein, welcher den Zeiger zurückſtöſst. Indem dieſes Meſſingſtück gleich einer Feder nachgiebt, weicht es bei einem falſchen Stoſse oder Schlage, und verhütet dadurch, daſs der Mechanismus bei *H* nicht ſo leicht zerbrochen werde. *M* iſt eine der Deckplatte angenietete Pfanne, in welcher der obere Theil des Stifts am Zurückhoſsungsarme läuft. Bey *N*, *N*, *N* iſt die Deckplatte angeſchraubt.

Nach der Beſchreibung der einzelnen Theile dieſes Werkzeugs wird es dem Leſer nicht ſchwer werden, die Anwendung deſſelben einzuſehen. Man drücke die Feder zuſammen, oder ziehe ſie am längern Durchmeſſer aus einander, immer nähern ſich ihre beiden Arme. Dabei ſtöſst der kleine Hebel des Mechanismus *H* den Zeiger zurück, der, ſo bald der Stoſs aufhört, an dem Orte ſtehen bleibt, bis zu welchem er getrieben iſt, und bei jedem Verſuche zum Nullpunkte zurückgedreht werden muſs; eine Vorrichtung, die viel bequemer iſt, als wenn der Zeiger ſich mit der Feder hin und her bewegte.

Die Grade auf der Scheibe ſind durch Verſuche mit Gewichten beſtimmt worden, durch welche man die groſse Achſe der elliptiſchen Feder verlängerte, und dadurch den Zeiger zurückdrückte. Da dieſer dann ſtehen bleibt, ſo iſt die Bezeichnung leicht.

Die Art, wie man die Muskelkraft des Menſchen in Händen und Schenkeln, oder die Kraft des Zugviehes prüft, iſt in Fig. *O*, *P*, *Q* deutlich genug dargeſtellt, es bedarf daher keiner Erläuterung.

Die Kraft der Männer von mittlerer Stärke war in der Stellung *P*, wo ſie ihre ganze Muskelkraft im Heben anwenden, im Durchſchnitte gleich 13 Myriagrammen, (265 Pfund,) und die Muskelkraft ihrer Hände in der Stellung *O*, gleich 50 Kylogrammen, (102 Pfund.) Ein ſtarker Mann übte in der Stellung *P* eine Kraft von 755 Pfund im Ziehen aus. Die mittlere Stärke der Weiber iſt der Stärke eines funfzehnjährigen Jünglings, alſo ungefähr $\frac{2}{3}$ von der Kraft der Männer gleich. Eine Frau, die noch nicht lange vom Schlage gerührt war und die man electriſirte, hatte, dem Dynamometer zu Folge, nach jedem Electriſiren mehr Kräfte als vorher. Ich muſs hier erinnern, daſs nicht immer die Kraft in den Händen beim Drucke, ihrer Kraft im Heben gleich iſt, wenigſtens fand ich einige Mahl auffallende Unterſchiede. So z. B. drückte ein junger übelgebauter Menſch den Dynamometer in den Händen mit einer Kraft von 143 Pfund zuſammen, indeſs er ein gleich ſchweres Gewicht nicht zu heben vermochte. Ge

wöhnlich hebt man ein doppelt ſo groſses Gewicht.

Ueber die Kraft der Pferde im Ziehen ſtellte ich mit vier guten Zugpferden von mittlerer Gröſse nach einander ſorgfältige Verſuche an. Sie zogen 36, 38½, 26½, 46 Myriagrammen, welches für die mittlere Stärke eines Pferdes im Ziehen, ungefähr 36 Myriagrammen, (736 Pfund,) giebt. Es thut mir leid, daſs mir nicht mehrere Pferde oder anderes Zugvieh zu Gebote ſtanden; doch reicht dieſe Angabe allenfalls hin, daſs Fuhrleute und andere die Güte ihrer Zugpferde daran prüfen können. Man muſs hierbei das Pferd nicht ruckweiſe, ſondern nur allmählig ſtärker ziehen laſſen, welches man nach dem Gange des Zeigers beurtheilt; ſonſt erhielte man zugleich mit die Kraft, welche die in Bewegung geſetzte Maſſe des Pferdes mit ausübt. Auch läſst das Pferd nicht ſo leicht im Ziehen nach, daſs man nicht den höchſten Grad ſeiner Kraft auf dieſe Art finden ſollte. Ein Menſch von mittlerer Stärke, der eine Laſt horizontal mit Hülfe eines Bruſtbandes, wie z. B. einen Karren oder ein Schiff, fortzieht, hat, nach wiederholten Verſuchen, höchſtens 50 Kylogrammen, (102 Pfund,) Kraft, und der ſtärkſte zieht ſo nicht mehr als 60 Kylogrammen, (123 Pfund,) welches ganz gut mit der gewöhnlichen Behauptung zuſammenſtimmt, daſs ein Pferd 7 Mahl ſtärker als ein Menſch iſt; verſteht ſich, im horizontalen Zuge. Weil der Menſch hier nur durch ſein Gewicht wirkt, ſo vermag der Stärkere nicht viel mehr wie

der von mittlerer Kraft; dagegen im Zuge P, wo es auf Muskelkraft ankommt, der Unterschied weit beträchtlicher ist.

Noch habe ich einige Versuche über die beste Art, eine Last fortzubringen, angestellt. Das Resultat dieser Versuche enthält folgende Tafel: Eine 2 Meter, (3 Fuss 11¼ Linie,) lange und 7 Decimeter breite Kiste, welche 24½ Myriagrammen, (5cr. Pfund,) wog, wurde über eine horizontale ebene Fläche fortgezogen

	durch eine Kraft von Myria- grammen	und Kilo- grammen	oder Pfund
auf der Ebene selbst ruhend — —	14	—	286
auf Rollen stehend, die 27 Centimeter im Umkreise hatten —	2	5	151
auf einem kleinen Wagen mit 4 niedrigen Rädern, 10 Decimeter im Halbmesser — —	6	—	122
auf Rädern, die ¼ Meter im Durchmesser hatten	4	5	92
auf 2 Rädern von 1½ Meter im Durchmesser —	3	—	61

Diese Versuche zeigen sehr deutlich den Vorzug der hohen vor den niedrigen Rädern, und der zweirädrigen Karren zu Frachtfuhrwerk, da diese kaum eine Kraft, die ein Achtel ihrer Ladung beträgt, bedürfen, um über einen festen, völlig horizontalen Boden

Boden fortgezogen zu werden. Eben ſo ſieht man, wie nützlich Rollen zum Transport der Waaren ſind; ſie machen ſie 6 Mahl beweglicher, als wenn ſie platt fortgeſchleift würden.

Aehnliche Verſuche wurden mittelſt des Dynamometers mit groſsen Wagen von neuen Einrichtungen von der *Comité centrale de l'Artillerie* angeſtellt. Da indeſs dieſe Wagen, welche durch das beſchriebene äuſserſt gemeinnützige Inſtrument geprüft wurden, nicht näher beſchrieben ſind, auch nicht den Beifall der Commiſſion erhielten, ſo übergehe ich dieſe Verſuche. Doch verdienen ein Paar Bemerkungen, welche dabey gemacht wurden, Erwähnung. Man fand nämlich: 1. daſs immer die bewegende Kraft, welche dazu gehörte, einem Wagen die erſte Bewegung zu geben, das Doppelte der Kraft war, welche erfordert wurde, ihn in Bewegung zu erhalten, und daſs z. B. ein belaſteter Wagen, der ſich bei einer Kraft von 20 Myriagrammen anfing zu bewegen, ſich mit einer Kraft von 10 Myriagrammen fortbewegte; 2. daſs, indeſs ein gewöhnlicher Wagen, mit hölzerner Achſe, ungeſchmiert, 222 Pfund bedurfte, um bewegt zu werden, er geſchmiert bei einer Kraft von 133 Pfund in Bewegung kam. *)

d.

*) Büffon und Gueneau von Montbeillard wünſchten ſich ein leicht zu behandelndes Inſtrument, mittelſt deſſen ſich die Kräfte der Menſchen

nach dem Alter und nach dem verſchiedenen Stande der Geſundheit meſſen lieſsen. Da ihnen die von Deſaguilliers verbeſſerte Grahamſche Vorrichtung zu ſchwerfällig war, und Leroy Dynamometer nur für die Muskelkraft der Finger höchſtens der Hand paſste, ſo wendeten ſie ſich deshalb an Regnier, der nach mannigfaltigen Verſuchen und Abänderungen endlich, nach ihrem Tode, das hier beſchriebene Inſtrument zu Stande brachte, dem die *Commiſſion centrale de l'Artillerie* das Zeugniſs giebt, daſs die Einrichtung ſcharfſinnig, der Mechanismus einfach und der Gebrauch ſehr leicht iſt. Es wiegt nur zwei Pfund, und reicht doch hin, die Kraft des ſtärkſten Pferdes zu meſſen. Eine Menge von Verſuchen, welche Chauffier in ſeinen Vorleſungen in der *Ecole polytechnique* über die Muskelkraft der Thiere und der beſten Art, ſich ihrer zu bedienen, mit dieſem Dynamometer angeſtellt hat, wird man in einem der folgenden Stücke finden. *d. H.*

VII.

Ueber
die Schweife der Kometen und die ihnen ähnlichen Erſcheinungen am Himmel,

von
J. G. G. Rüdiger
zu Wettin.

Die Schweife der Kometen waren nicht bloſs Jahrtauſende hindurch Schreckbilder jener abergläubigen Haufen, welche ſie als Zuchtruthen und feurige Schwerter der zürnenden Gottheit, und daher als Vorbothen des Krieges, der Peſt und des Hungers, grauſenvoll anſtaunten: ſie drängen noch immer dem aufgeklärteſten Naturkenner, der mit mathematiſcher Schärfe die Laufbahn der Kometen nach der Theorie eines Dörfel, Neuton, Halley und Euler berechnet und ihre Wiederkunft mit entſcheidender Gewiſsheit im voraus verkündigt, das Geſtändniſs ab, daſs man ihre Natur noch nicht kenne und das Unbegreifliche in ihren ſonderbaren Erſcheinungen noch gar nicht zu beurtheilen wiſſe.

Schon Bienewitz, aus Leiſsnig in Sachſen gebürtig, der unter dem Nahmen: Peter Apian, bekannt iſt und im Jahre 1552 als Profeſſor der Mathematik zu Ingolſtadt ſtarb, ſtellte die richtige Bemerkung auf, daſs der Schweif des Kometen immer von der Sonne abgekehrt erſcheine. Bei der An-

näherung der Kometen an die Sonne beobachtete man oft, wie ſich ihr Schweif ungemein vergröſsere, und ſich auch wohl bei ihrer Zurückkunft, wie im Jahre 1740, in einige abgeſonderte Streifen vertheile. Auffallend iſt, wie die Schweife der Kometen bald gerade ausgeſtreckt, bald ſogar gekrümmt erſcheinen, und, nach Verhältniſs ihrer Stellung gegen die Erde, oft in wenigen Stunden ihre Geſtalt, nach einer förmlichen Regelmäſsigkeit, umwandeln. Soll der Schweif, wie Burnet, Whiſton und Heyn erträumten, aus Dämpfen und Waſſerdünſten beſtehen; oder ſoll er die Flamme eines brennenden Weltkörpers ſeyn, wie ihn Voſſius dafür anſah; oder ſoll er, wie Mairan und Andere wollen, aus Theilen der Sonnen-Atmoſphäre entſtehen: ſo fragt es ſich immer, warum ihn die Sonnenſtrahlen in ſo ungeheurer Entfernung von dem Kerne des Kometen hinwegſtoſsen? Und wie müſste es uns Schwindel erregen, wenn wir eine mathematiſche Rechnung auf die Gröſse des Kometenſchweifes anwenden wollten. Die Kometen, welche in den Jahren 1740 und 1769 erſchienen, hatten einen Schweif, der durch vierzig Grade des Himmels hindurch reichte. Der, welcher ſich im Jahre 1680 ſehen lieſs, kam der Sonne ſo nahe, daſs ſeine Entfernung von ihr nur $\frac{1}{1\cdot 3}$ der Entfernung unſrer Erde von derſelben betrug. In ſeiner geringſten Entfernung von der Erde blieb er dennoch in einem Abſtande von ſechzig Erddurchmeſſern. Sein Schweif reichte durch 70, 90, ja

nahe 100 Grade des Himmels hindurch. Und bei dem allen erblickt man durch ſolchen ungeheuern Schweif, der ſich um mehr als 10 Millionen Meilen vom Kerne des Kometen entfernt, und ſich, in einzelnen Stunden, durch ganze Grade des Himmels und durch Millionen von Meilen, nach den Geſetzen der Schwere, herumſchwingen ſoll, ungehindert die kleinſten Sterne der ſechsten und ſiebenten Gröſse!

Ich gehe hier damit um, durch ein Experiment, welches ſich leicht anſtellen läſst, den Verſuch zu machen, dieſe augenſcheinlich unverdaulichen Unbegreiflichkeiten in der Kometen-Theorie niederzuſchlagen. Es ſey mir erlaubt, dieſes Experiment ungekünſtelt ſo zu beſchreiben, wie ich es vor mehrern Jahren meinen damahligen Zuhörern vorzeigte. Ich hing in der Mitte einer gläſernen mit Waſſer angefüllten Kugel einen undurchſichtigen rund geformten Körper auf. Man kann dazu eine ſolche gläſerne Kugel gebrauchen, deren ſich die Handwerker zur Erleuchtung ihrer Werkſtätten zu bedienen pflegen. In den Hals derſelben ſteckt man eine Blaſe, die man mit Schrotkörnern, allenfalls mit Sand, anfüllt, und ihr dadurch eine abgerundete Form giebt, dafs man einen Ring über dieſelbe durch den Hals der gläſernen Kugel herabſchiebt. Darauf hängt man dieſe Blaſe bis zur Mitte der Kugel herab, und füllt dieſe mit Waſſer an. Wir konnten uns hierbei den Kern eines Kometen und die ihn umgebende Atmoſphäre denken, und uns

bei einer Anzahl brennender Lichter, die wir so gestellt oder vielmehr an einen aufgehangenen Reif, an ein kleines Fafsband, so befestigt hatten, dafs ihre Flammen einen Kreis bildeten, die Sonne vorstellen, die freilich an Gröfse den Körper des Kometen bei weitem übertrifft. Hängt man die so eben beschriebene gläserne Kugel nahe vor die leuchtende Scheibe auf, so zeigt sich, an der benachbarten weifsen Wand, vermittelst der Brechung der Lichtstrahlen, ein hell erleuchteter Streifen in der Form eines Kometenschweifes, welcher bei mir den Gedanken hervorbrachte: „der Schweif eines Ko„meten möchte wohl ein blofses Phänomen in unf„rer Erd-Atmosphäre seyn.“

Allerdings liefsen sich hierdurch viele sonst sonderbare und unbegreifliche Erscheinungen der Kometen enträthseln. Wir dürfen nicht mehr bei Berechnung der Gröfse ihrer Schweife und bei der Bemerkung, dafs man dennoch auch die kleinsten Sterne durch dieselben durchsehen könne, in Schwindel gerathen. Es würde uns hierbei einleuchtend seyn müssen, warum sich die Kometen so oft gänzlich ohne Schweif darstellen, und wie dies immer der Fall seyn müsse, wenn wir sie in einer beträchtlichen Entfernung von der Sonne erblicken. Es müfste sich der Schweif des Kometen, nach dieser Vorstellung, jedesmahl nothwendig in der Richtung zeigen, dafs er sich von der Sonne hinwegkehrte. Es wäre hierbei sehr leicht erklärbar, warum die Schweife der Kometen, bei ihrer Annähe-

rung an die Sonne, ſich ſehr vergröſsern müſsten; indem offenbar durch die groſse Erhitzung ihrer Körper auch ihre Atmoſphären überaus zunehmen müſsten. In dieſer Rückſicht wäre es kein Wunder, wenn der Komet bei groſser Annäherung an die Sonne in ſeinem Anſehen ſich gänzlich veränderte, und durch die ihn umgebenden Nebel verhüllt und verſchleiert, ſich ſo zeigte, als ob er gänzlich verunſtaltet wäre. Es wäre ferner einzuſehen, warum die Schweife der Kometen in der gewölbten Atmoſphäre zuweilen gekrümmt erſcheinen müſsten; wie wenn wir bei unſerm Experimente den Schein auf einer gewölbten Wand darſtellten. Immer müſste ſich der Schweif, nach Verhältniſs der Stellung des Kometen gegen die Erde, in ſeiner Geſtalt, nach einer förmlichen Regelmäſsigkeit, wie es die Bewegung der Erde in ihrer Bahn und in der Umwälzung um ihre Achſe mit ſich bringt, umwandeln. Es lieſse ſich ſogar, bei Vorausſetzung möglicher Fälle, auch wohl die Urſache dazu auffinden, wie der Fall eintreten könne, daſs ſich ein ſolcher Schein durch verſchiedene Brechungen auf beiden Seiten der Atmoſphäre des Kometen in unſrer Erd-Atmoſphäre, die zugleich als ein Transparens und von der Gegenſeite her als ein Spiegel wirkte, vervielfältigt darſtellen müſste.

Ich hätte hier noch die Frage zu beantworten: warum nicht auch die Planeten, und vorzüglich der Mond, gleich den Kometen, Schweife bei ſich führen? Dem erſten Anblicke nach ſcheint dieſe Frage

ganz ſchwierig zu ſeyn, und dennoch kann ich mich in der Beantwortung derſelben ganz kurz faſſen. Die obern Planeten, Mars, Jupiter, Saturn und Uranus, kommen gar nicht zwiſchen unſre Erde und die Sonne, und ſind alſo ſchlechterdings von allem Verdachte frei, uns jemahls ein ſo drohendes Schauſpiel zeigen zu können. Nach allen bisherigen Unterſuchungen der Aſtronomen hat der Mond keine ſolche Atmoſphäre, wie wir den Kometen zuſchreiben müſſen. Und nun werde ich doch noch hinzuſetzen dürfen, auch Merkur und Venus müſſen entweder einen ſolchen Dunſtkreis nicht haben, oder der Schein deſſelben kann wenigſtens die Erd-Atmoſphäre nicht erreichen.

Von der Atmoſphäre der Erde lieſse es ſich dagegen erwarten, daſs ſie, durch Brechung des Sonnenlichts, in ihrer entgegen geſetzten Hälfte, einen Schein bewirken müſste, der dem Schweife der Kometen nicht unähnlich ſeyn könnte. Und ſo verhält es ſich auch in der That! Schon ſeit 1683, da Caſſini zuerſt darauf aufmerkſam machte, hat man dieſes ſo genannte *Thierkreislicht* oder den *Zodiakal-Schein* beobachtet. Man ſieht in der Zeit, wenn die Dämmerung am kürzeſten währt, im Frühjahre und im Herbſte, des Morgens vor Sonnen Aufgang weſtlich, und des Abends nach Sonnen Untergang öſtlich, einen hellen Schein in Geſtalt eines zugeſpitzten Streifens, bei welchem wir das Andenken an den Kometenſchweif wohl nicht überſehen können. Herr von Mairan ſetzt die Abwandlungen

dieſer Erſcheinung, (in ſeinem *Traité de l'aurore boreale, Paris* 1733, *ſec. edit.*, 1754, gr. 4.,) ſehr ſinnreich und treffend aus einander. Er nimmt dabei die ſchwärmeriſche Hypotheſe von einer ſo ungeheuern Atmoſphäre der Sonne an, daſs ſich die Erde ſelbſt in dieſelbe abwechſelnd eintauchen muſs. Wir können ihm aber, glücklicher Weiſe, dieſe Vorausſetzung allein überlaſſen, und kommen dennoch mit ihm, nur weit leichter und ungekünſtelter, zu gleichem Ziele; indem wir, an deren Stelle, die Brechung des Sonnenlichts in unſerm Dunſtkreiſe dafür annehmen.

Ich kann nicht umhin, hier auch noch des Nordſcheins und des Südlichts, ja, ſelbſt der Nebenſonnen und der Nebenmonde, zu erwähnen. Alle dieſe Erſcheinungen haben wenigſtens wohl dies mit einander gemein, daſs man ſie nicht bloſs aus der Stellung und der Zuſammenkunft einzelner Wolken, wie etwa den Regenbogen und den Blitz, hinlänglich und allein erklären kann. Es iſt wohl nicht zu läugnen, daſs dieſe Phänomene, die, nach Verhältniſs der Zeitperioden und der Lage der Länder und Oerter, oft oder ſelten vorzukommen ſcheinen, keinesweges mit der Witterung in beſtimmter Verbindung ſtehen. Man ſieht ſie ſehr oft, zu gleicher Zeit, auf einem zu groſsen Theile der Erdfläche, als daſs ſie allein von den Wolken abhängig ſeyn könnten. Unſtreitig möchte die Stellung unſrer Erde gegen die Sonne, die Brechung des Lichts in der Atmoſphäre, und die Zurückſtrah-

lung deſſelben von dem Spiegel des Meeres dazu mitwirken. Es lieſse ſich hier dereinſt fragen, ob die Erſcheinung der dunkeln Wolken dabei, und die Veränderungen in Rückſicht der Electricität und des Magnetismus, die man beobachtet haben will, mitwirkende Urſachen, oder nur ſolche Erſcheinungen ſeyn möchten, die mit dem Phänomen von gleichmäſsigen Urſachen abzuleiten wären? Herr von Mairan läſst auch hier ſeine Sonnen-Atmoſphäre, ſo wie Herr Euler den Stoſs des Sonnenlichts, wirkſam ſeyn. Es iſt ein eignes Zuſammentreffen ſo ganz verſchiedener Erklärungsarten, wenn wir dennoch mit ihnen auch hier Analogien der Kometenſchweife auffinden.

VIII.

Verſuche mit künſtlicher Kälte.

Zu Band 1, Seite 479. *)

Fourcroy's und Vauquelin's lehrreiche Verſuche mit künſtlicher Kälte, welche im vorigen Bande erwähnt ſind, wurden von dieſen Scheidekünſtlern zu Paris in der zweiten Decade des Nivoſe angeſtellt. Das Reaumüriſche Thermometer ſtand damahls auf — 7°, und die Materialien, deren ſie ſich bedienten, hatten dieſelbe Temperatur. Schnee zu 3 Theilen mit 1 Theile Schwefelſäure, (die mit $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts an Waſſer verdünnt war,) vermiſcht, erzeugte eine Kälte von — 26°; 1 Theil kryſtalliſirte ſalzſaure Kalkerde mit 2 Theilen Schnee gemiſcht, gaben im Schmelzen eine Kälte von — 34°; und 8 Theile ſalzſaure Kalkerde mit 6 Theilen Schnee, erregten plötzlich eine Kälte von — 39°. **) In der

*) Aus den *Annales de Chimie*, No. 87, p. 281 — 300 entlehnt, wo die Nachrichten Fourcroy's und Guyton's, die in dem *Bulletin des Sciences* ſehr mangelhaft ausgezogen waren, umſtändlich abgedruckt ſind. *d. H.*

**) Fourcroy bediente ſich des Reaumüriſchen, und zur Beſtimmung der Kälte eines Alkohol-Thermometers: Erſteres erhellet daraus, daſs er ſelbſt die erſte Temperatur nach dem Reaumüriſchen Thermometer beſtimmt, und daſs er bei — 34° Queckſilber zum Frieren brachte. Im *Bulletin des*

zweiten Mischung fror eine geringe Menge Queckſilber, und flüſſiges, völlig geſättigtes *Ammoniak* ſchoſs darin in weiſsen, glänzenden und biegſamen Nadeln an, wobei es ſeinen Geruch gröſsten Theils verlor. In der letzten Miſchung froren einige Grammen Queckſilber in einer gläſernen Flaſche; orangengelbe *Salpeterſäure*, welche Salpetergas enthielt, fing in einem Tiegel von Platina innerhalb 3 bis 4 Minuten an, ſich zu kryſtalliſiren, wurde dunkelroth und fror, als das Gefäſs geſchüttelt wurde, in eine dicke butterähnliche Maſſe zuſammen. Das Ammoniak ſchien ſich in gleicher Temperatur mit dem Queckſilber zu kryſtalliſiren; die Salpeterſäure bei einigen Graden tiefer. *Salzſäure* war gar nicht zum Frieren zu bringen.

Dieſe Verſuche ſetzten beide Chemiker am 3oſten Nivoſe, (19ten Januar 1799,) in einem Hofe, der zur *Ecole des mines* gehört, fort. Das Reaumüriſche Queckſilber-Thermometer ſtand um 11 Uhr Morgens auf — 6°, und in dieſer Temperatur miſchten ſie in einem irdenen Gefäſse 27 Unzen ſalzſaurer Kalkerde und 18 Unzen Schnee, von gleicher Temperatur mit der Luft, mit kleinen hölzernen Spaten unter einander. Ein Weingeiſt-Thermometer in dieſe Miſchung getaucht, ſank innerhalb 2 Minuten bis auf — 38°. Acht Unzen Queckſilber,

Sciences und in den daraus entlehnten Angaben, Band 1, S. 479, ſind die Reaumüriſchen auf Centeſimal-Grade reducirt. *d. H.*

in einem Tiegel von Platina eine Viertelſtunde lang in dieſe Miſchung geſtellt, kamen nicht zum Frieren, indeſs 2 Unzen von demſelben Queckſilber in einer Glaskugel nach wenigen Minuten darin froren. Im erſtern Falle fror alſo das Queckſilber nicht, bloſs wegen ſeiner gröſsern Maſſe und ſeiner ſchwerern Durchdringbarkeit.

Fourcroy und Vauquelin miſchten darauf aufs neue 8 Unzen ſalzſaurer Kalkerde und 6 Unzen Schnee, in einem Glaſe, das bis an den Rand in die vorige Miſchung verſenkt wurde. Ein Weingeiſt-Thermometer ſank in dieſem Glaſe in wenigen Sekunden bis auf — 43°, und die 8 Unzen Queckſilber im Platinatiegel froren darin in ſehr kurzer Zeit, und zwar ſo, daſs ſie ſich dabei kryſtalliſirten. Da in ihrer Mitte noch einiges Queckſilber flüſſig blieb, ſo goſs man es ab, und dadurch entſtand eine Höhlung in Form eines abgeſchnittenen Kegels, deſſen ſchmalere Grundfläche den Boden des Tiegels berührte. Dieſe ganze Höhlung war mit Kryſtallen von einer unverkennbaren oktaëdriſchen Geſtalt umzogen. Man legte dieſe Maſſe kryſtalliſirtes Queckſilber in eine porzellanene Kapſel; und ob ſie gleich unter 7 bis 8 Perſonen von Hand zu Hand ging, ſo wurde doch die ganze Maſſe darin erſt nach 3 bis 4 Minuten wieder flüſſig. Das Queckſilber lieſs ſich, (gleich geſchmolzenem Blei, das feſt zu werden anfängt,) dehnen, und mit dem Finger eindrücken. Wenn man den Tiegel einige Sekunden lang hielt, oder den Finger in die Mi-

ſchung tauchte, empfand man zugleich mit der ausnehmenden Kälte ein heftiges Drücken, dem ähnlich, das ein Schraubenſtock bewirkt. Beim Herausziehen war der Finger weiſs wie Papier und ohne Empfindung; nur wenn man ihn ſogleich in Schnee ſteckte, dann vor, und zuletzt in den Mund hielt, lieſs er ſich ohne Schmerz wieder ins Leben bringen. Hätte man den Finger länger in der Miſchung gelaſſen, ſo würde unfehlbar alles Leben in demſelben ertödtet und der Krebs daran getreten ſeyn.

Man ſetzte einen Platinatiegel mit flüſſigem *Ammoniak* und ein Glas mit *oxygenirter Salzſäure* in die Froſt erregende Miſchung, als ihre Temperatur — 39° betrug. Das Ammoniak verwandelte ſich in eine graue, halbdurchſichtige Maſſe, dem Leime, oder vielmehr dem *Gelée de ſilice* ähnlich, und in dieſem Zuſtande hatte es viel von ſeinem Geruche verloren. Die überſäuerte Salzſäure verdichtete und kryſtalliſirte ſich nach ihrer gewöhnlichen Art zu einer gelben, etwas grünlichen und körnigen Maſſe von der Conſiſtenz des Fetts. Man miſchte dieſe beiden gefrornen Maſſen mittelſt eines ſilbernen Löffels zuſammen, in dem Tiegel von Platina, den man bei dem jedesmahligen Hinzuſchütten erſt heraus zog. Es entſtand ſogleich ein lebhaftes Aufbrauſen, und es entwickelten ſich weiſse Dämpfe, von einem eignen ſtechenden Geruche, der jedoch mit dem Geruche des oxygenirten ſalzſauren Gas Aehnlichkeit hatte. Mitten im Verſuche tauchte

man den Tiegel, worin beide Stoffe gemiſcht wurden, wieder in die Froſt erregende Miſchung, und immer fror alsdann nur das Flüſſige.

In eine Miſchung von ſalzſaurer Kalkerde und Schnee, in der das Thermometer auf — 35° ſtand, wurde ein kleiner Kolben mit ſehr reinem und gut rectificirtem *ſchwefelſauren Aether* getaucht. Nach einigen Minuten, während deren man das Gefäſs hin und her ſchüttelte, wurde der Aether allmählig milchicht, und ſetzte ſich dann plötzlich in eine weiſse Maſſe, die aus einer Menge kleiner Kryſtalle beſtand. Auch der Aether verlor hierbei viel von ſeinem Geruche. In einer Kälte von — 25° kryſtallifirte er ſich, als das Gefäſs ruhig blieb, in längliche, weiſse, glänzende und durchſichtige Blättchen, dem überſäuerten ſalzſauren Kali, oder der Benzoeſäure ähnlich. *Alkohol* liefs ſich bei dieſer Temperatur nicht zum Frieren bringen.

Man ſieht aus dieſen und den erſtern Verſuchen, daſs *Ammoniak*, langſam und allmählig von — 30 bis — 33° erkältet, ſich kryſtallifirt, indeſs es bei einer plötzlichen Kälte an — 38° bis — 40° ſich in eine Art von Gelée oder Leim ſetzt, der faſt ohne Geruch iſt. Der *Aether* friert und kryſtallifirt ſich ſehr regelmäſsig bei — 35°. Daſs man den Alkohol in einer ſolchen Temperatur nicht zum Frieren bringen kann, iſt allerdings zu bewundern, zeigt aber, daſs die Beſtandtheile beider Stoffe in weſentlich verſchiedenen Verhältniſſen und Anziehungen zu einander ſtehen müſſen, und daſs Alkohol bis jetzt die

einzige thermoſkopiſche Flüſſigkeit iſt, deren man ſich in groſser Kälte bedienen kann.

Die Verſuche, mehrere brennbare und ſalzige *Gasarten* durch Kälte tropfbar-flüſſig und gefrieren zu machen, beſonders *ſchwefelſaures Gas*, *ſalzſaures Gas* und *ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas*, blieben fruchtlos. Die meiſten dieſer Gasarten zogen ſich bei dieſer Kälte bis unter $\frac{1}{4}$ ihres vorigen Umfangs zuſammen. Fourcroy hatte die Abſicht, dieſes ihr Zuſammenziehen mittelſt einer Queckſilberröhre zu meſſen, in welcher das Queckſilber beim Zuſammenziehen allmählig ſinkt. Allein das Queckſilber ſank ſo ſchnell und plötzlich, daſs es unmöglich war, es beim Sinken wieder zu ergänzen.

* * *

Die Verſuche Guyton's, (Annal., B. 1, S. 482,) ſind im *Bulletin des Sciences* nicht minder mangelhaft als die Fourcroyſchen beſchrieben, daher ich bei ihnen noch Folgendes nachtragen muſs. Guyton erzeugte mit 6 Theilen Schnee und 9 bis 10 Theilen kryſtalliſirter, durch ein Haarſieb geſchlagner ſalzſaurer Kalkerde eine Kälte von — $48\frac{1}{4}$° des Centeſimal-, oder von — 39° des Reaumüriſchen Thermometers. Und dabei giebt er folgende Vorſichtsregel an. Wenn beim Abkühlen die verdickte Auflöſung der ſalzſauren Kalkerde ſich niederſchlägt, ſo ſetzt ſie ſich in einem feſten Kuchen an die Seitenfläche des Gefäſses ſo feſt, daſs man ſie in eine Wärme bringen muſs, welche hin-

hinreicht, die Oberfläche des Kuchens zu ſchmelzen. Zu dem Ende tauche man das Gefäſs in Waſſer von + 25° Wärme; ſo löſ't der Kuchen ſich völlig ab. Soll ferner die ſalzſaure Kalkerde ſo viel Kryſtalliſationswaſſer als möglich behalten, ſo muſs man ſie nur ſo weit eindicken, daſs ihr ſpecifiſches Gewicht 1,5 bis 1,53 beträgt. Soll ſie aber zur Erzeugung künſtlicher Kälte dienen, ſo kann man ſie ſo weit eindicken, daſs ſie beim Erkalten ſich in eine feſte Maſſe niederſchlägt, wenn man dieſe nur zerſtöſst und durch ein Haarſieb ſchlägt. Denn ſie zieht die Feuchtigkeit aus der Luft ſo mächtig an ſich, daſs ſie ſich dabei ſo vieles Kryſtalliſationswaſſers bemächtigt, als ſie nur faſſen kann; und dann läſst ſich mit ihr eine Kälte von — 45° erzeugen. Gerade ſo erregt nicht die concentirte, ſondern die bis auf einen gewiſſen Grad mit Waſſer verdünnte Salpeterſäure die gröſste Kälte, und daſſelbe iſt mit allen andern Stoffen der Fall, die vor dem Zerflieſsen Kälte erzeugen. Sie verbinden ſich mit dem Waſſer zuerſt nach Art des gelöſchten Kalks, wobei ſich Wärme entbindet; dann erſt löſen ſie ſich im Waſſer auf, und dadurch entſteht die Kälte.

In der erzeugten Kälte von — 39° R. fror das *Queckſilber* an die Wände des Glaſes feſt; noch bei — 36° R. lieſs es ſich hämmern und ſtrecken, es behielt metalliſchen Glanz, zeigte aber Adhäſion zum Glaſe. Das mit Alkohol präparirte, und in ein gleiches Gewicht von Waſſer aufgelöſte *Kali* fror bei jener Temperatur von — 39° R. nicht.

Kali, ein wenig kryſtalliſirt, und Schnee, die beide bis auf — 45° des Centeſ. - Th. erkältet waren, erhärteten mit einander, als man ſie vermiſchte. Erſt als die Temperatur bis auf — 37°,5 geſtiegen war, fing die Schmelzung an, und dabei entſtand eine Kälte von — 46 bis — 47° des Cent.-Th. Daraus ſcheint zu erhellen, daſs, wenn man Kali anwendete, welches beim Kryſtalliſiren noch etwas mehr Kryſtalliſationswaſſer als das hierbei gebrauchte behalten hat, (und das iſt nicht ſchwer zu erlangen,) man beim Vermiſchen deſſelben mit Schnee dieſelbe Kälte als durch die Lowitziſche Miſchung, d. h. von — 48¾°, erhalten könnte, und daſs dieſe Miſchung nicht eher als bei — 48° ſchmelzen würde.

Nach Bergmanns Beſtimmung werden von 1 Theile Kochſalz bei — 5° Kälte, 2,8 Theile Waſſer völlig geſchwängert, daher in 1722 Decigrammen einer völlig geſättigten Kochſalzauflöſung ſich unter dieſer Temperatur 1268,4 Theile Waſſer und 453,2 Kochſalz befanden. Als man dieſe Auflöſung einer Kälte von — 20° ausſetzte, ſchlugen ſich 210 Decigr. Salz daraus nieder, blieben alſo noch 243,2 Theile Kochſalz zurück, ſo daſs in dieſer Temperatur auf 5 Theile Waſſer 1 Theil Kochſalz bei völliger Sättigung kam. Miſcht man daher Schnee und Kochſalz nach dieſem Verhältniſſe; ſo wird umgekehrt bei ihrem Schmelzen eine Kälte entſtehen, die das Thermometer von — 5 bis auf — 21¼° herabbringt. Verändert man dieſe Doſis der Miſchung, ſo iſt, ehe beim Schmelzen die Tem-

peratur auf — 20° herabkommt, an einem der beiden Stoffe Ueberfluſs vorhanden; und da der dann eine höhere Temperatur hat, ſo giebt er der gefrierenden Miſchung Wärme her, und dieſe kann dann nicht bis zu — 20° kommen. Dieſes Raiſonnement beſtätigt die Erfahrung aufs beſte; indem 5 Theile Schnee und 1 Theil Kochſalz gerade mit einander zerſchmelzen und dabei — 20 bis — 21° Kälte erregen, bei weniger Schnee aber Waſſer hinzugegoſſen werden muſs, um das Gemiſch zum Schmelzen zu bringen.

Auf dieſelbe Art läſst ſich das Verhältniſs finden, nach welchem Schnee mit jedem andern Salze gemiſchen iſt, um den gröſsten Grad von Kälte zu erregen.

Bei dem intereſſanten, B. 1, S. 482 beſchriebenen, Verſuche mit *Ammoniakgas* wurde das Gas in einer gläſernen Retorte aus ſublimirtem, und dadurch ſeines Kryſtalliſationswaſſers möglichſt beraubten Salmiak, der mit weiſsem Marmor gemiſcht ward, über Feuer entbunden. Das Gas ſtieg durch eine Vorlage in einen Apparat, der aus 2 zuſammenhängenden Ballons und aus 2 Flaſchen beſtand. Die Ballons waren leer, (aber wohl nicht luftleer?) die erſte Flaſche enthielt Queckſilber, die zweite Waſſer. Nachdem die atmoſphäriſche Luft aus den Gefäſsen durch die Wärme ausgetrieben war, umgab Guyton den erſten Ballon mit einer Froſt erregenden Miſchung von — 21¼° Kälte, aus Kochſalz und Schnee. Als die Retorte anfing, ſich zu erhitzen, ſtiegen wäſſeri-

ge Dämpfe auf, die sich in der Vorlage zu einer tropfbaren Flüssigkeit, und im ersten Ballon in Eis verwandelten. Darauf entband sich das Ammoniakgas, das man zwar durch das Wasser in der zweiten Flasche hindurchgehen sah, doch nicht im zweiten Ballon wahrnahm. Als aber dieser Ballon mittelst einer Mischung aus salzsaurer Kalkerde und Schnee bis auf — 43°,7 erkältet wurde, beschlugen die Wände desselben mit einer tropfbaren Flüssigkeit, die im Boden des Ballons zusammenflossen. Da sich die Kälte der Mischung bis auf — 36°¼ vermindert hatte, bildete sich diese Flüssigkeit nicht weiter, die schon gebildete blieb aber in ihrem Zustande. Die Frost erregende Mischung wurde darauf erneuert, und die Kälte bis auf — 41 oder — 42° verstärkt, und zugleich die Entbindung des Ammoniakgas beschleunigt. Die Flüssigkeit im zweiten Ballon nahm nun zusehends zu; nur sehr wenig Gas entwischte durch die letzte Flasche, und der Druck auf den fetten Kütt des Ballons, worin die Flüssigkeit sich bildete, war so stark, dass das Oehl aus dem Kütte in den Ballon hinabtröpfelte, wo es sogleich fest wurde. — Darauf liefs man die Retorte erkalten und den Apparat wieder zur Temperatur der Luft gelangen. So wie er sich dieser Temperatur näherte, verwandelte sich die Flüssigkeit des zweiten Ballons wieder in ein Gas. Dieses wollte Guyton in eine mit destillirtem Wasser gefüllte Flasche hinein lassen; aber im Augenblicke, da fast die gesammte Flüssigkeit sich wieder in Gas

verwandelt hatte, ſtieg das Waſſer aus der zweiten Flaſche ſchnell in den Ballon zurück. — Das Waſſer, welches zu Anfang des Verſuchs im erſten Ballon gefroren war, und während der Entwickelung des Gas ſich in wäſſeriges Ammoniak, (*Liqueur ammoniacale*,) verwandelt hatte, blieb bei einer Temperatur von — 21° ¼ oder — 17° R. flüſſig.

Daraus ſcheint zu erhellen, daſs das trockenſte Ammoniakgas, welches alles Waſſers ſo viel als möglich beraubt iſt, wenn es durch ein Gefäſs gegangen iſt, worin Waſſer bei — 21° Kälte gefriert, ſich in eine Flüſſigkeit unter — 48° Kälte verdichtet, und daſs es wieder zur Gasgeſtalt zurückkehrt, ſo wie die Temperatur ſich der der Atmoſphäre nähert. Guyton behielt ſich vor, den Verſuch noch einmahl zu wiederholen, um dieſe Reſultate zu beſtätigen, und dabei den Rücktritt des Waſſers aus der letzten Flaſche in den zweiten Ballon ſorgfältig zu vermeiden; überzeugt, daſs, wenn dieſer Ballon die Temperatur der Luft ganz wieder erreicht hat, auch nicht ein Tröpfchen Flüſſigkeit darin zurück bleiben werde. Da ein wenig von dieſem Gas, welches mit dem Waſſer im erſten Ballon in Verbindung getreten war, dieſes bei — 21° Kälte flüſſig erhielt; ſo wäre es möglich, daſs weniger Waſſer, mit viel mehr Gas verbunden, ſelbſt einer Kälte von — 48°, ohne zu gefrieren, widerſtehen könnte. Ob dieſes der Fall ſey, wird ſich bei Wiederholung des Verſuchs zeigen, wenn man das Gas unmittelbar mit Queckſilber über gut calcinirter Potaſche ſperrt.

* * *

Hier noch eine Stelle aus einem Briefe des Herrn van Mons in Brüſſel an Guyton: „Bei meinen neuen Verſuchen mit künſtlicher Kälte iſt es mir gelungen, eine Kälte von — 53° nach Reaumür zu erzeugen. Ich bediente mich dazu einer Miſchung aus ſalzſaurer Kalkerde und feſtem kauſtiſchen Natrum. Dieſes letztere erhalte ich aus dem Kochſalze, indem ich es mit gebranntem Kalk vermiſche, dieſen löſche, und dann erkaltet filtrire. In einer Temperatur, wie ſie in dem ſtark geheizten Laboratorio war, verläſst die Salzſäure das Natrum, und tritt mit dem Kalke in Verbindung; dieſen verläſst es wieder bei einer Temperatur von 40 oder weniger Graden, anfangs zwar nicht ganz, jedoch völlig, wenn die eingedickte Miſchung kalt genug geworden iſt, um in den feſten Zuſtand überzugehen. Alle Flüſſigkeiten, welche mir zur Hand waren, froren bei dieſer auſserordentlichen Kälte. Salzige Auflöſungen lieſsen ihr Salz fahren, einige in Geſtalt eines Pulvers, andere in Kryſtallenform, unter eignen Geſtalten. Gold, Silber, Zinn und Blei lieſsen ſich nicht mehr hämmern, und konnten beinahe zerbrochen werden; eine Feder zerbrach wie Glas. Die kryſtalliſirten Salze, von ihrer Mutterlauge getrennt, ſchmolzen bei einer Temperatur, die unter 20 bis 25 Grad war.“

IX.

PREISSVERZEICHNISS

der gangbarſten, beſonders meteorologiſchen Inſtrumente

bei

Joh. Jac. RENARD,

Mechanicus der Akad. d. Wiſſ. in Berlin.

1. *Stuben-Barometer* nach Toricelli's Art, mit meſſingner Scale, Vernier, einer beweglichen Tafel, auf welche die gewöhnlichen Wetterveränderungen verzeichnet ſind, und Mahagony-Faſſung, 14 Rthlr.; *einfacher*, 10 und 12 Rthlr.; *mit einer Flaſche*, 6 Rthlr.

Tragbare *Reiſe-Barometer*, auch zu Höhenmeſſungen brauchbar, 20, 25 und 30 Rthlr.

See-Barometer, 25, 30 und 35 Rthlr.

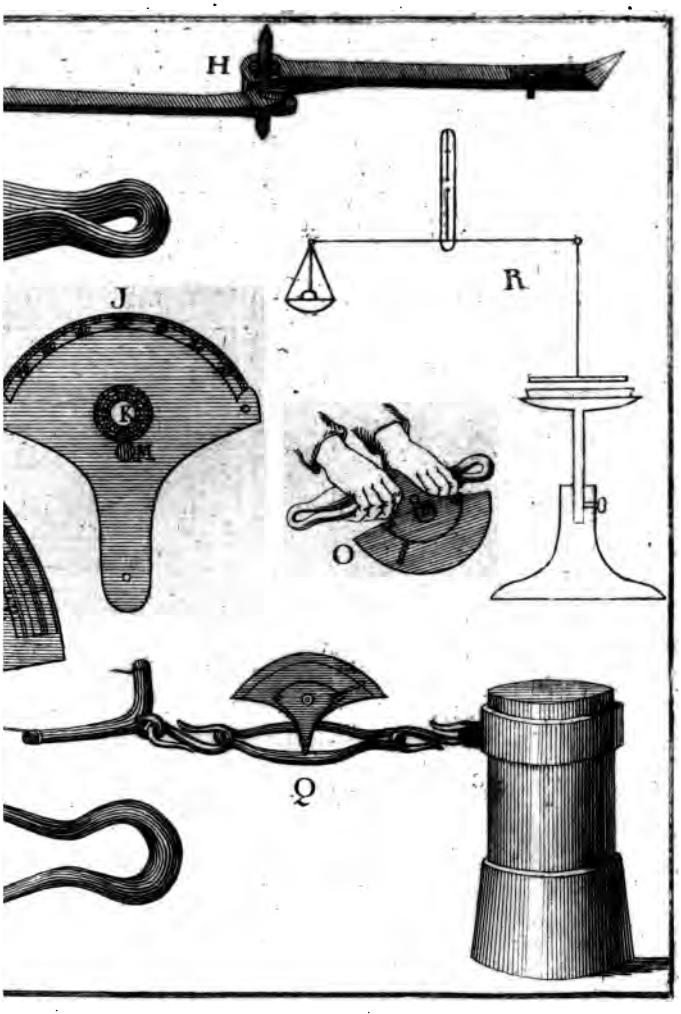
Heber-Barometer nach de Lüc zu Höhenmeſſungen mit doppelter Scale auf Meſſing, Corrections-Thermometer und Mahagony-Faſſung, 12 Rthlr.; mit beweglicher Scale, 17 Rthlr.

2. *Queckſilber-Thermometer* mit 2 Scalen, die auf blaue oder weiſse, 10 bis 20 Zoll lange Glasplatten gerieſſen ſind, in Meſſing ſo gefaſst, daſs man ihren Stand innerhalb des Zimmers durch einen beweglichen Zeiger bemerken kann, indeſs ſie vor dem Fenſter an freier Luft hängen, 10, 12 und 15 Rthlr.; einfacher und ohne Zeiger, 8 und 10 Rthlr.; mit einer Röhre, die durch das Scalenglas gebogen iſt, um in Flüſſigkeiten getaucht zu werden, 8 und 10 Rthlr.; nur mit Einer Scale, 5, 6 und 8 Rthlr.

Thermometer in einem Glascylinder mit meſſingner Kappe und Ring verſchloſſen, und einer elfenbeinernen Scale, 8, 10 und 12 Rthlr.; mit einer meſſingnen Scale, 6, 8 und 10 Rthlr.

In Mahagony-Holz mit meſſingner Scale, 5, 6 und 8 Rthlr.

Kleinere Queckſilber- oder Weingeiſt-Thermometer, und ſehr kleine zu mediciniſchem Gebrauche, 3 und 4 Rthlr.


H
J
R
O
Q

ANNALEN DER PHYSIK.

WEITER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

G. C. LICHTENBERG'S *Bemerkungen über einen Aufſatz des Herrn Hofr. Mayer zu Erlangen: über den Regen, und Herrn de Luc's Einwürfe gegen die franzöſiſche Chemie.* *)

Nachſtehender Aufſatz enthält nicht ſo wohl eine Vertheidigung der Theorie des Herrn de Luc vom Regen, gegen die ſinnreichen Einwürfe meines erlangiſchen Freundes, als vielmehr eine Rechtfer-

*) Dieſe nicht wenig intereſſante Abhandlung über die de Lucſche und die antiphlogiſtiſche Theorie der Luftarten, in Beziehung auf einen Aufſatz des Herrn Hofrath Mayer's im *Journal der Phyſik*, Band 5, Heft 3, S. 371, iſt aus den Papieren des allgemein betrauerten, nicht bloſs für die Phyſik zu früh verſtorbenen Lichtenberg's entlehnt, welche ſich in den Händen ſeines für die Phyſik ſich eben ſo eifrig intereſſirenden Bruders,

tigung des Begriffs von dieſer Theorie, den ich mir gemacht hatte, als ich das Urtheil in der Vorrede zu Erxlebens Phyſik niederſchrieb, welches Herr Hofrath Mayer, (S. 372,) anführt. Alſo bloſs mich ſelbſt und *mein* Urtheil vertheidige ich hier, und zwar, weil mich mein Freund durch Anführung jener Stelle, wenigſtens indirecte, dazu auffordert. Dieſe Vorerinnerung halte ich in doppelter Rückſicht für nöthig: ich begegne nämlich dadurch, wie ich glaube, von der einen Seite jeder Bedenklichkeit, die ich bei einer verwickelten Sache haben könnte, durch mangelhafte Darſtellung vielleicht dem Herrn de Lüc irgend etwas zu ver-

des Herrn Legationsraths Lichtenberg in Gotha, befinden. „Sie war", ſchreibt mir Herr Profeſſor Kries, dem die Annalen ihre Mittheilung verdanken, „offenbar zum Druck beſtimmt, aber, wie die meiſten von Lichtenberg's hinterlaſſenen Schriften, leider nicht ganz vollendet. Daſs die Sache ihm am Herzen gelegen, ſieht man daraus, daſs er die Abhandlung *dreimahl* umgearbeitet hat. Aber eben darüber war er der Sache überdrüſsig geworden, und hatte ſie bei der dritten Bearbeitung ſtecken laſſen. Doch iſt ſeine Meinung ſchon in den beiden erſten Bearbeitungen deutlich ausgedrückt, und ſo war es nicht ſchwer, die Abhandlung zu vervollſtändigen. Sie iſt, wie Sie ſehen, meiſtens noch von ſeiner eignen Hand. Ich habe nur ein einziges Blatt eingeſchoben, worin aber alles faſt *wörtlich* aus ſeinen Papieren genommen iſt. Die Abhandlung iſt nun freilich ein bischen alt geworden, und die vornehmſten Ideen darin hat der

geben; und von der andern dem Vorwurfe von vorwitziger Zudringlichkeit, einen Mann vertheidigen zu wollen, der es sehr viel besser selbst kann. Auch wird Herr de Lüc, wenn ihm Herrn Hofrath Mayer's Einwürfe bekannt werden sollten, ihnen gewiss zu begegnen suchen. Sie verdienen es, wenigstens nach meinem Ermessen, mehr als alle mir bisher bekannt gewordene, die gröfsten Theils kaum der Rede werth sind.

Um das Phänomen des Regens der antiphlogistischen Hypothese gemäfs zu erklären, nimmt Herr Hofrath Mayer an: die Luft löse das Wasser auf und verbände sich mit demselben chemisch, und zuweilen so stark, dafs es

Verfasser noch bei seinem Leben in der Vorrede zur sechsten Auflage des Erxlebenschen Compendiums bekannt gemacht; indessen hat sie mir immer noch interessant genug geschienen, um einen besondern Abdruck zu verdienen. Es sind nicht blofs die darin geäufserten Ideen über die Luftarten und besonders die electrische Materie, sondern der ganze Geist, der darin herrscht, der sie in meinen Augen so viel werth macht. Diese behutsame Verfahren, diese bescheidene Sprache, diese Anerkennung des Werths derjenigen Meinung, die nicht die seinige war, diese Blicke auf das, was noch zu thun übrig ist, bezeichnen den wahrhaft philosophischen Physiker; und gerade in unsern Zeiten, wo man alle Augenblicke mit neuen Hypothesen heimgesucht wird, kann die von ihm gepriesene Regel Bacons nicht genug empfohlen werden." d. H.

weder durch unſre beſten Hygrometer, noch ſelbſt durch diejenigen Körper, die ſonſt die ſtärkſte Anziehung gegen daſſelbe äuſsern, getrennt werden könne. Die Urſache dieſer Verbindung ſucht er in gewiſſen ſubtilen Aneignungsmitteln in der Atmoſphäre, dergleichen auch Herr de Lüc annimmt und die gewifs jedermann gerne verſtatten wird. Die Entfernung dieſer Aneignungsmittel bewirke *Niederſchlag*, und dieſes ſey der Regen. Herr Hofrath Mayer nimmt alſo hierbei etwas an, was Herr de Lüc auch annimmt, nämlich, daſs das verdünſtete Waſſer in der Luft in einen Zuſtand übergehe, worin es kein Gegenſtand mehr für das Hygrometer, ſelbſt bei der gröſsten Abkühlung, iſt. Ueber dieſen Hauptſatz des Herrn de Lüc wird alſo nicht geſtritten. Nur darin weichen Beide von einander ab: Herr Hofrath Mayer nimmt eine Luft ſchon als fertig an, von dieſer läſst er das evaporirte Waſſer, (den Waſſerdampf,) bis zur völligen Latenz für das Hygrometer, vermittelſt jener Aneignungsmittel binden. Dabei erinnert er, daſs bei dieſer Verbindung das Waſſer ſeine *Natur* nicht verändere, welches, wenn ich Herrn Hofrath Mayer recht verſtehe, eigentlich ſagen will, es werde bei dieſer Verbindung nicht *zerſetzt*. Herr de Lüc hingegen läſst die Waſſerdämpfe ſelbſt, durch jene Aneignungsmittel zu einem permanent elaſtiſchen Fluido, zur völligen Latenz für das Hygrometer binden, und nennt dieſes Fluidum atmoſphäriſche Luft. Auch bei ihm verändert das Waſ-

ser seine *Natur*, nach dem obigen Sinne des Worts, nicht. Beide gebrauchen hierbei einerlei Stoffe, nur setzt Herr Hofrath Mayer schon Luft voraus, die Herr de Lüc nicht nöthig hat, sondern deren Entstehung selbst er hierdurch auf eine Weise erklärt, die sich an sein übriges System vortrefflich anschliefst. So wie nun der Regen nach Herrn Hofrath Mayer eine Präcipitation des aufgelöften Wassers aus der Luft ist, so ist er nach Herrn de Lüc eine Zersetzung der Luft selbst, gerade so wie der Regen, (oder wie man es nennen will,) der entsteht, wenn *dephlogistisirte* Luft mit *inflammabler* verbrannt wird.

Ehe ich weiter gehe, will ich, um mich im Folgenden kurz ausdrücken zu können, ein Paar Wörter erklären, deren sich zwar Herr de Lüc selbst nicht bedient, die aber bei dem Vortrage seiner Lehren sehr bequem sind. Nach ihm wird das Wasser so wohl, als wahrscheinlich jeder andere *einfache* Stoff, der durch das Feuer verflüchtigt wird, durch dasselbe blofs *vaporisirt*, das ist, in ein elastisches Fluidum verwandelt, das sich durch Druck oder Kälte wieder zersetzt; *ein Dampf*. Soll aus Dampf *Luft*, das ist, ein Fluidum werden, das sich, nach dem Umfange unsrer jetzigen Erfahrung, weder durch Druck noch durch Kälte, weder ganz noch zum Theil zersetzt: so ist dazu noch der Beitritt eines Dritten nöthig, und dieses will ich den *ätherisirenden* Stoff nennen, so wie jenes das *vaporisirende Feuer*. So ist nach Herrn de Lüc die Basis

der meiſten, vielleicht *aller* Luftarten *Waſſerdampf* durch ein Drittes, das auch wohl ſelbſt zuſammengeſetzt ſeyn kann, *ätriſirt*. Wird einer Luftart ihr *Ätriſir - Stoff* auf irgend eine Weiſe entzogen, ſo entſteht Waſſerdampf, und verliert auch der ſein *Vaporiſir-Feuer*, Waſſer; es ſey nun dieſes *dephlogiſtiſche*, oder *inflammable*, oder *atmoſphäriſche* Luft. Dieſes bloſs im Vorbeigehen.

Nun weiter: Ich habe ſo eben Herrn Hofrath Mayer's ſo wohl als Herrn de Lüc's Hypotheſe vom Regen ſo kurz dargeſtellt, als es mir möglich war, ohne, wie ich glaube, Einem von Beiden etwas zu vergeben. Auf welcher Seite liegt nun das Uebergewicht? Nach meiner jetzigen Erkenntniſs liegt es ſehr merklich auf Herrn de Lüc's Seite. Hierbei muſs ich Einmahl für allemahl erinnern, daſs ich bloſs von *Uebergewicht* rede, nach meiner jetzigen Einſicht, und nicht von entſchiedener Gewiſsheit. Es können künftig Umſtände kommen, die die Sache ändern, aber dieſe Umſtände ſind bis jetzt noch nicht gekommen. Dieſes wird man ohne Schwierigkeit einſehen, ſo bald man ſich nicht durch die einnehmende Bequemlichkeit ſinnreicher Analogien blenden läſst, und nichts glaubt, als was man gewiſs weiſs.

Herr Hofrath Mayer nimmt an, die Luft löſe das Waſſer auf. Dieſer Satz aber, der unzählige Mahl ausgeſprochen worden iſt, den ich ſelbſt ehemahls angenommen hatte, iſt, ſo viel ich weiſs, bis auf dieſe Stunde von keinem Menſchen noch eigent-

lich erwieſen worden. Alle Phänomene, woraus man es geſchloſſen hat, laſſen ſich auch anders erklären, ja, einige darunter, und nahmentlich diejenigen, die *zuerſt* den Gedanken rege gemacht haben, *müſſen* ſogar anders erklärt werden. So bald aber dieſes iſt, ſo müſſen andere Umſtände entſcheiden, welche Erklärung die richtige oder wenigſtens die beſſere iſt. Warum zweifelt kein Menſch an der Wahrheit des Satzes, daſs das reine Waſſer den gebrannten Kalk auflöſe, da der andere, daſs die Luft das Waſſer auflöſe, noch ſo ſtark und mit ſo vielem Grunde bezweifelt wird? Die Urſache hiervon liegt, dünkt mich, deutlich in dem Unterſchiede des Verfahrens, womit man den letztern beweiſen *will*, von dem, womit man den erſtern *beweiſt*.

Um den erſten zu beweiſen, nehme ich reines Waſſer, und beweiſe, daſs dieſes Waſſer rein ſey, und daſs es weder beim Abdampfen noch bei andern Reagentibus eine Erde zeige, und überhaupt das ſey, was wir nach dem jetzigen Umfange unſrer Chemie reines Waſſer nennen. In dieſes Waſſer bringe ich den gebrannten Kalk; er verſchwindet darin dem Auge, er bleibt im Filtro nicht zurück, auch zeigt ſich bei der Ruhe kein Bodenſatz, nur die Zunge erkennt ihn noch. Nun laſſe ich das Waſſer abrauchen, oder ſetze Luftſäure hinzu: ſo zeigt er ſich wieder; er geht nicht mehr durch das Filtrum, und ſo erhalte ich nach gehöriger Behand-

lung wieder, was ich vorher hatte, — reines Waſſer und ätzenden Kalk.

Wie verfährt man aber bei dem Beweiſe des zweiten? Hier ſpricht man gleich anfangs von Luft, ohne einmahl deutlich zu wiſſen, was denn dieſe Luft, z. E. die atmoſphäriſche, eigentlich ſey und was ihr für Eigenſchaften in ihrem reinſten Zuſtande zukommen. Es bleibt unausgemacht, ob das Waſſer nicht ein *weſentlicher* Beſtandtheil aller Luftarten ſeyn könne, ſo wie es z. B. einer aller Kryſtalle iſt, ja, es bleibt wenigſtens ungewiſs, ob nicht gar alle Luftarten nichts weiter ſind, als ein verhülltes Waſſer, oder ein durch gewiſſe Stoffe, die ihren charakteriſtiſchen Unterſchied ausmachen, *aërifirter* Waſſerdampf. Alſo von dieſem Fluido, von dem man nicht weiſs, ob es nicht gar ſelbſt gröſsten Theils Waſſer iſt, behauptet man, es löſe das Waſſer auf, bloſs weil ſich zuweilen welches daraus niederſchlägt. Und wie geht man bei dieſer Behauptung zu Werke? Hat irgend jemand, kann man fragen, Luft dargeſtellt, die kein Waſſer aufgelöſ't enthielte, und bewieſen, daſs ſie keines enthielte, nämlich das Wort: *Auflöſung*, in dem Sinne genommen, in welchem es Herr Hofrath Mayer nimmt? Kein Menſch hat dieſes je gethan. Ja, Herr Hofrath Mayer ſchneidet ſogar den Weg ab, dieſes je thun zu können, denn er behauptet, die Luft könne mit Waſſer geſättigt ſeyn, ohne daſs die Salze ihr das mindeſte davon entziehen könnten. Nun nannte man aber bisher diejenige Luft trocken, wel-

cher die Salze oder der frisch gebrannte und glühende Kalk keine Feuchtigkeit mehr entziehen konnten, und die selbst bei den niedrigsten Temperaturen keine Einwirkung mehr auf das Hygrometer zeigte. Diese Bestimmung kann, wenn ich Herrn Hofrath Mayer recht verstehe, nicht mehr gebraucht werden, und es giebt offenbar nach ihm eine *wahrhaft trockne* Luft, die kein Wasser aufgelöst enthält, und eine *scheinbar trockne*, die noch sehr vieles enthalten kann, worin aber aller menschliche Fleiss kaum es mehr zu entdecken im Stande ist.

Wie hat man diesen Unterschied entdeckt? Etwa dadurch, dass man in einer Quantität *wahrhaft trockner Luft* wirklich Wasser aufgelöst hätte, und nun durch das Hygrometer bewiesen, dass sie noch immer *scheinbar trocken* sey? Oder hat man zweierlei nach Angabe des Hygrometers *vollkommen trockne* Luftarten untersucht, und aus der einen Wasser durch gewisse Mittel niedergeschlagen, durch die man aus der andern keines niederschlagen konnte? oder hat man nur je in zwei verschiedenen Massen *gleich trockner*, *gleich warmer* und gleich stark *zusammengedrückter* atmosphärischer Luft irgend einen manometrischen, oder eudiometrischen, oder sonst einen Unterschied bemerkt? Nichts von allem dem. Ja, man hat bis diese Stunde noch nicht einmahl das kleinste Merkmahl angegeben, woran man jene *wahrhaft trockne* Luft von der blos *scheinbaren* unterscheiden soll; also *Nichts*. Woraus schlos

man denn aber, dafs die Luft das Waſſer ſo *auflöſen* könne, dafs kein Hygrometer mehr deſſen Gegenwart verräth? Antwort: Aus den Beobachtungen des Mannes, der ſchlechtweg läugnet, dafs die Luft das Waſſer auflöſe, ja, der dieſe Hypotheſe an mehr als Einer Stelle ſeiner Schriften *une hypothèſe vague* nennt, nämlich — des Herrn de Luc. Iſt das nicht ſonderbar?

Wie trüglich ferner des Herrn Hofrath Mayer's Art zu ſchlieſsen ſey, ſo lange man noch nicht weifs, was atmoſphäriſche Luft iſt, welches eben auf dieſem Wege erſt ausgemacht werden ſoll, will ich mit einem Beiſpiele erläutern. Geſetzt, es beſtünde eine Atmoſphäre aus einem Gemiſche von dephlogiſtiſirter und inflammabler Luft, (Knallluft,) ſo könnte ſich Waſſerdampf in ihr erheben und aufhalten, ſo wie in der unſrigen; dieſer Waſſerdampf könnte ſich bei verminderter Temperatur als Thau und Nebel niederſchlagen; er könnte in inflammable und dephlogiſtiſirte Luft übergehen, (ſich *zerſetzen*, wie man jetzt ſpricht,) und jene Atmoſphäre vermehren helfen, ſo wie Herr de Lüc von unſrer Atmoſphäre, dem Gemiſche von dephlogiſtiſirter und phlogiſtiſcher Luft glaubt; das Waſſer in ihr würde ſich verlieren und kein Gegenſtand mehr für das Hygrometer ſeyn, ohne dafs es in derſelben nach Herrn Hofrath Mayer's Vorſtellung aufgelöſ't worden wäre; endlich, könnte ſich dieſe Knallluft auf irgend einem Wege, der aber nicht gerade die Verpuffung ſeyn müſste, in ganzen Schichten zerſetzen und Waſſer

werden, und so könnten Regen und Platzregen entstehen; ja, wenn es sich zufälliger Weise träfe, welches wir einmahl annehmen wollen, dafs die aërisirenden Stoffe der beiden Luftarten etwa die componirenden Theile der electrischen Materie wären, so könnte Electricität, Blitz und Donner entstehen, u. s. w. Hier wäre also eine Atmosphäre, in welcher sich alles in Rücksicht auf Wolken, Regen u. s. w. gerade so verhielte, wie in der unsrigen, und bei welcher Herrn Hofrath Mayer's ganzes Raisonnement eben so angebracht werden könnte, wie bei der unsrigen: es wäre aber da ganz gewifs ungegründet. So bald aber *Ein* Fall so deutlich gedacht werden kann, worin es ungegründet wäre, so mufs uns dieses in jedem andern Falle so lange mifstrauisch machen, als das Gegentheil noch nicht erwiesen ist.

Hier wird man hoffentlich nicht einwenden: „*Jene Knallluft enthält die Bestandtheile des Wassers, Gas oxygène und hydrogène.*“ Dieses wäre wenigstens eine arge *petitio principii*, denn das ist gerade der Punkt, worüber gestritten wird. Es soll nämlich ausgemacht werden, dafs die ganze Lehre von der Composition des Wassers nichts weiter ist, als eine *Hypothese*, ein Glaubensartikel; und dafs sie dieses ist, will ich, ehe ich diesen Aufsatz schliefse, *unumstöfslich* beweisen. Hier mag es genug seyn, unwidersprechlich dargethan zu haben, dafs wir schon jetzt im Stande sind, uns eine Atmosphäre zu denken, in welcher alles so zuginge, wie in

der unſrigen, ohne daſs auch nur ein Gran Waſſer ſo aufgelöſet geweſen wäre, wie Herr Hofrath Mayer es ſich denkt. Wäre es denn nicht möglich, daſs es in unſrer Atmoſphäre eben ſo zuginge? Man läugnet es freilich; aber wer kein Sectirer iſt, würdigt dieſes Läugnen nicht eines Augenblicks an Aufmerkſamkeit. Beſtätigen ſich die Verſuche, da man Waſſerdampf zu *phlogiſtiſcher* Luft aërifirt hat, ſo wären auch alle die Regenerſcheinungen in einer Atmoſphäre von phlogiſtiſcher Luft ohne jene Auflöſung möglich. Mit Einem Worte: So lange wir noch ſo wenig von der Natur der Luftarten wiſſen; ſo lange bei der Bereitung aller, immer Waſſer, theils offenbar nöthig iſt, theils mit groſser Wahrſcheinlichkeit gemuthmaſst werden kann, und es alſo gar wohl ſeyn könnte, daſs das Waſſer in allen Luftarten eine groſse Rolle ſpielte: müſſen wir nicht ſagen, wenn wir Waſſer in ihnen oder durch ſie entſtehen ſehen, das Waſſer ſey in ihnen aufgelöſ't geweſen. Denn wir wiſſen ja nicht einmahl, ob es nur möglich iſt, daſs ein ſo ſeltſames Fluidum, als die Luft, ein tropfbares auflöſen könne. So könnte jemand, der das Waſſer beobachtet hätte, das ſich bei dem Verbrennen des Oehls zeigt, daſſelbe einer Auflöſung im Oehle zuſchreiben. Die Oehle löſen aber das Waſſer nicht auf, und die Sache muſs anders erklärt werden. So erklärte man noch vor kurzem daſs Beſchlagen der Fenſterſcheiben in einer warmen Stube, wenn es draufsen kalt iſt, durch eine Auflöſung des Waſſers

in Luft und einen Niederſchlag durch die Kälte. Das iſt es aber nicht, denn der ganze Prozeſs würde eben ſo von Statten gegangen ſeyn, wenn auch nicht eine Spur von Luft im Zimmer geweſen wäre.

Dieſe Auflöſungstheorie, muſs ich hier im Vorbeigehen ſagen, nach der ſich das Waſſer chemiſch mit der Luft verbinden ſoll, und zwar nach den Geſetzen der Affinität, die mit der Temperatur wachſen und abnehmen, (die Sauſſüriſche,) iſt es eigentlich, die Herr de Lüc beſtreitet, und zwar ſo kräftig, daſs wohl nicht leicht jemand ſie ferner behaupten wird. Sie unterſcheidet ſich von der Mayerſchen dadurch, daſs die chemiſche Verbindung, von der man in ihr ſprach, beſtändig eine Function der Temperatur blieb. Gegen ein Latentwerden des Waſſers, oder eigentlich des Dampfes *durch andere Aneignungsmittel*, konnte Herr de Lüc nicht disputiren, wenigſtens im allgemeinen nicht, da er ſelbſt etwas der Art annimmt, und ſeine Theorie gleichſam die einfachſte der ganzen Claſſe iſt.

Alſo hierin liegt ſchon ein Uebergewicht von Herrn de Lüc's Seite. Er kann ſich eine Atmoſphäre denken, worin es gerade ſo zugehen müſste, wie in der unſrigen, ohne daſs das Waſſer in ihr aufgelöſ't wäre; das braucht er nicht mehr zu erweiſen. Es iſt ihm günſtig, daſs man das Waſſer auch ſchon als phlogiſtiſche Luft dargeſtellt hat *); ja, ſelbſt der Umſtand, daſs der Waſſerdampf ſelbſt,

*) Daſs die Verſuche, worauf ſich die Ausſage ſtützt, irrig ſind, darüber ſ. Auff. VIII dieſes Stücks. *d. H.*

bei hohen Temperaturen, ſchon ſo etwas iſt, iſt ihm günſtig. Ein Planet könnte mit Waſſerdampf umgeben ſeyn, der nahe an der Oberfläche deſſelben immer durchſichtig wäre, und nur in der Höhe Wolken zeigte. Auch hier wäre das Waſſer nicht in der Atmoſphäre aufgelöſ't, ſondern es wäre, mit Feuer vereint, die Atmoſphäre ſelbſt.

Was hat aber die andere Hypotheſe für ſich? Im Grunde gar nichts, als die gefällige Aufſenſeite einer im Grunde gemiſsbrauchten Analogie, und die Leichtigkeit, womit man nun auf Einmahl ſich über eine Menge von Schwierigkeiten hinweggeſetzt glaubt; wozu hauptſächlich noch der Umſtand kommt, daſs ſo oft ohne Beweis iſt geſagt worden, die Luft löſe das Waſſer auf, daſs man gar kein Bedenken mehr dabei findet, es nachzuſprechen. Es iſt aber doch gewiſs keine Kleinigkeit, ſo geradezu etwas von einer ganz eignen Claſſe von Fluidis zu behaupten, was man bisher nur bei einer andern beobachtet hat. Man will es aus dem Niederſchlage beweiſen; das iſt aber eine *petitio principii:* ſchon das Wort: *Niederſchlag*, ſetzt die Auflöſung voraus, die doch erwieſen werden ſoll. Es könnte ja auch eine Zerſetzung geweſen, und etwa ſo zugegangen ſeyn, wie wir oben bei der Knallluft angenommen haben.

Hier iſt alſo, wie mich dünkt, ſchon ein kleines Uebergewicht. Herr de Lüc nimmt etwas an, wovon man ſchon Beiſpiele hat; Herr Hofrath Mayer etwas, was zwar natürlich und ſchön läſst, aber im Grunde eine bloſse Erdichtung iſt. Beide

Erklärungen sind folglich noch lange nicht, was Baco *interpretatio naturae* nennt; es sind, nach ihm, blos *anticipationes naturae*. Allein wie soll man es anfangen, um unter diesen sinnreichen *Vorgriffen*, deren Zahl vielleicht noch sehr vermehrt werden könnte, mit der Zeit, den einzigen *wirklichen* Fall, *die Wahrheit*, zu finden? Denn hierauf kommt doch am Ende alles an. Es ist nur Eine Wahrheit; der Träume Zahl ist unendlich.

Hier nun bei der Frage: *Was ist wahr, und wie viel darf und muss ich glauben?* ist, wie mich dünkt, Herrn de Lüc's Verfahren ein Muster. Es ist eigentlich Bacon's grosse Regel, die er befolgt: *Non fingendum aut excogitandum, sed experiendum, quid natura faciat aut ferat.* Herr de Lüc sagt: Ich nenne diejenige Luft trocken, oder eigentliche Luft, worin die besten Hygrometer keine Feuchtigkeit mehr zeigen, und der also auch diejenigen Körper, die nach aller menschlichen Erfahrung die gröste Anhänglichkeit an dieselbe haben, keine mehr entziehen können. Will man sagen: die Hygrometer können trügen; so muss man antworten: das können eure Muthmassungen auch. Wie, wenn nun kein Wasser da wäre, so könnten sie doch auch keines zeigen. Von Menschen kann nach dem jetzigen Zustande der Physik nicht mehr erwartet werden, und man sollte *unüberwindliche* Unvollkommenheiten nicht mit einem Tadel belegen, der eigentlich blos *überwindliche* treffen kann. Die Hygrometer sind unsre Mikroskope für die Feuchtig-

keit; wo ſie uns keine zeigen, da ſind wir auch nicht verbunden, welche anzunehmen.

Ich bitte recht ſehr, hier ja nicht zu vergeſſen, daſs ich von der eigentlichen *interpretatione naturae* rede; es ſoll nicht ſinnreich *geträumt* werden, was *ſeyn könne*, ſondern es ſoll *gefunden* werden, was *iſt*. Ich läugne hiermit den unendlichen Nutzen ſinnreicher Muthmaſsungen gar nicht; und wer wird ihn läugnen? Sie ſind Blicke in das entfernte Land, ſie können uns bei der künftigen Beſitznehmung ſehr nützlich, ja, ſelbſt dazu unentbehrlich ſeyn, aber die Beſitznehmung ſelbſt ſind ſie nicht. Zeigt mir alſo mein Mikroſkop für die Feuchtigkeit keine mehr, ſo ſage ich: da iſt keine mehr. Will man mir ſagen, es könnte aber doch deſſen ungeachtet vielleicht welche da ſeyn, ſo antworte ich: *vielleicht auch nicht*. Es iſt freilich wahr, es *kann* vieles ſeyn, wovon uns unſre Sinne und Inſtrumente nichts andeuten; aber es iſt nicht minder wahr, daſs ſie da, wo nichts *iſt*, auch nichts andeuten können. Will ich einmahl bei Erklärung der Erſcheinungen der Natur deutliche Erfahrung bloſsen Conjecturen nachſetzen, ſo iſt es mit Einem Mahle um alle *wahre Naturforſchung* ſchlechterdings geſchehen. Was wir in der Naturlehre zu glauben haben und glauben *müſſen*, ſind nicht Muthmaſsungen, wären ſie auch noch ſo ſinnreich, ſondern was Beobachtungen und Verſuche lehren, wäre es auch noch ſo wenig.

Wenn

Wenn ich ein Licht anzünde, ſo entſteht ſelbſt in dem kälteſten Zimmer eine Hitze nahe dabei, die hinreicht, manche Metalle zu ſchmelzen, (im Grunde ſind am Ende freilich unſre Schmelzöfen ſelbſt nichts anderes,) und man bemerkt Waſſer, auch bei den trockenſten Materialien. Wo war das Feuer, das ſich hier zeigt? Es wirkte nicht mehr auf das Thermometer. War es auch in der Luft aufgelöſ't und durch Aneignungsmittel ſo gebunden, daſs es nicht mehr auf das Thermometer wirken konnte? Freilich wohl, aber hier entſteht die Hauptfrage, auf die hier alles ankommt: War das Feuer, das ſo in der Luft aufgelöſ't war, daſs es nicht mehr auf das Thermometer wirken konnte, nicht etwa ein weſentlicher Beſtandtheil der Luft ſelbſt? Und dieſes iſt nun erwieſen; es iſt ein weſentlicher Beſtandtheil der Luft.

Eben ſo iſt es auch mit dem Waſſer, das in der Luft enthalten iſt. Das Hygrometer zeigt uns ſo wenig etwas von ſeinem Daſeyn an, als das Thermometer von dem Feuer, das einen Beſtandtheil der Luft ausmacht. Iſt aber das Waſſer latent geworden, ſo iſt die Frage: Was iſt aus ihm geworden? Und hier antwortet Herr de Lüc, wiederum Bacon's Regel gemäſs: Es iſt *Luft* daraus geworden, *denn ich finde nach allen meinen Bemühungen nichts anderes, als Luft.* Auch iſt gewiſs die ausgetrocknete atmoſphäriſche Luft, ſo wohl ihrem eudiometriſchen Gehalte als ihrem ſpecifiſchen Gewichte nach, gröſsten

Theils immer dieſelbe. Geringe Abweichungen in dem erſtern laſſen ſich gar gut anders erklären, und bei dem letztern fallen ſie gewöhnlich ganz weg, ſo bald man Barometer und Thermometer dabei zu Rathe zieht, und übrigens genau verfährt. Ich ſollte aber denken, ein Zug der Luft gegen das Waſſer, nach Herrn Hofrath Mayer's Vorſtellungsart, müſste einen gar merklichen Einfluſs auf ihr ſpecifiſches Gewicht haben, welches bei den Höhenmeſſungen mit dem Barometer zu verſchiedenen Zeiten, bei übrigens gleicher Temperatur und gleichen Graden des Hygrometers, ſehr verſchiedene Reſultate geben müſste. Oder erſetzt ſich der Verluſt bald wieder, ſo iſt es immer eine Frage, ob dieſes Waſſer nicht eben deſswegen der Luft weſentlich iſt. Denn was iſt denn Luft? und was iſt Auflöſung? In Herrn de Lüc's Syſtem iſt das Waſſer ebenfalls nicht zerſetzt, ſondern auch aufgelöſ't; nur iſt das Auflöſungsmittel nicht die Luft, ſondern die Wärme mit einem andern Stoffe, der den Waſſerdampf bald als dephlogiſtiſirte, bald als phlogiſtiſirte Luft darſtellen kann; oder eigentlich iſt nach ihm die atmoſphäriſche Luft kein mechaniſches Gemiſch aus dephlogiſtiſirter und phlogiſtiſirter Luft, ſondern ein homogenes Weſen, das aber, wie ſich bei der Zerlegung zeigt, mit jenen Luftarten einige Beſtandtheile gemein hat. Ich halte dieſe Bemerkung für ſehr wichtig, und möchte es auf das Wort unſrer Chemiker hin nicht wagen, mich in ein Zimmer einſperren zu laſſen, das mit einem künſtli-

chen Gemiſche aus einem Theile dephlogiſtiſirter Luft aus Braunſtein und drei Theilen einer phlogiſtiſirten, z. B. aus Fiſchblaſen u. ſ. w., angefüllt wäre; mir würde immer vor einer Trennung bange ſeyn.

Nimmt man alles dieſes zuſammen, ſo, denke ich, wird man nicht läugnen, daſs die Vorſtellungsart des Herrn de Lüc groſse Vorzüge vor den andern habe; wenigſtens ſind das die Gründe, die mich bewogen haben, ihr beizutreten. Ich will ſie nun noch einmahl kurz zuſammenſtellen. Herr Hofrath Mayer und Herr de Lüc kommen Beide darin überein, daſs die aufſteigenden Dünſte eine Veränderung in der Atmoſphäre erleiden, wodurch ſie unfähig werden, auf das Hygrometer zu wirken. Der Erſte ſagt: das Waſſer werde nicht verändert, aber doch chemiſch mit einem andern Stoffe, (der Luft,) verbunden, (darin aufgelöſ't.) Der Andere ſagt: Es wird zu Luft, auch durch eine chemiſche Verbindung, (eine Auflöſung.) Hat es dadurch ſeine Natur verändert, ſo liegt die Schuld an der chemiſchen Verbindung, und nicht an dem neuen Nahmen. Herr Hofrath Mayer beweiſ't ſeinen Satz nicht; *) Herr de Lüc hingegen be-

*) Ich ſage es noch einmahl: daſs die Luft das Waſſer auflöſe, iſt eine bloſse Muthmaſsung, die *mit Nichts* erwieſen iſt. Selbſt Pictet, der ſonſt Herrn v. Sauſſüre folgt, muſs geſtehen, daſs ſich alles auch nach Herrn de Lüc's Theorie erklären lieſse. So bald aber nur dieſes eingeſtanden

weiſ't den ſeinigen dadurch, daſs er ſagt: ich finde nichts, als was wir überall Luft nennen, und kein Waſſer mehr, ſelbſt durch mein Mikroſkop für die Feuchtigkeit nicht. Will man ſagen: *Das Hygrometer trügt*; ſo kann man erwiedern: Daſs es wirklich trügt, müſst ihr erweiſen; denn ſo viel iſt doch gewiſs, wenn Luft *wirklich kein* Waſſer enthielte, ſo würden unſre Hygrometer *auch* keines zeigen. Daſs es trügen *könne*, geben wir zu, aber dieſes können bloſse Muthmaſsungen noch weit eher. Mich dünkt, einen andern Beweis zu führen, hat Herr de Lüc nicht nöthig. Iſt das, was er für Luft hält, keine reine Luft, ſondern eine mit Waſſer überladene, ſo muſs dieſes nothwendig gezeigt werden.

Ich glaube, dieſes iſt der einzige Weg, auf welchem *Naturforſchung* getrieben werden muſs, wenn es einem darum zu thun iſt, das Kapitel ausgemachter Wahrheiten zu vermehren. Dieſes fällt in die Augen, ſo ſelten auch, leider! das Verfahren ſelbſt zu werden anfängt. Geſetzt, Herrn Hofrath Mayer's Muthmaſsung ſey gegründet, (und das könnte ſeyn,) ſo iſt das Verfahren des Herrn de Lüc, (eigentlich Bacons,) das einzige, nach welchem dereinſt ausgefunden werden wird, daſs

iſt, ſo iſt auch Herrn de Lüc's Theorie die beſſere, denn ſie ſtützt ſich auf *Verſuche*, die andern auf Nichts als Analogie. Herr de Lüc hat die ſeinige ergreifen *müſſen*, die andern haben die ihrige willkührlich angenommen. *L.*

so sey. Wird es aber auf diesem Wege nicht ausgemacht, so wird sie immer bleiben, was sie jetzt ist, eine sinnreiche, verführerische Muthmasung, aber immer nur ein Traum.

* * *

Nun weiter. Dass, wenn Herr de Lüc Recht hätte, (und ich halte es nach dem *gegenwärtigen* Zustande der Physik, so weit er mir bekannt ist, für unmöglich, ihn zu widerlegen,) *dieses ein gefährlicher Streich für die neue Chemie wäre*, will ich nunmehr beweisen. Hier wird alles das vorkommen, worauf ich mich oben bezogen habe.

Herr de Lüc hält, wie ich vorhin erinnert habe, die atmosphärische Luft für kein mechanisches Gemisch, sondern für eine eigne homogene Flüssigkeit. Ist diese nun nichts als Wasserdampf, durch andere Stoffe aërisirt; so könnte auch die inflammable Luft so wohl als die dephlogistisirte nichts anderes seyn, als Wasserdampf, durch unbekannte Stoffe aërisirt. Wären nun diese Stoffe an sich keine Gegenstände für unsre Wagen, wie z. B. Feuer, Licht, electrische und magnetische Materie u. s. w.; so müsste am Ende das Wasser, das man aus obigen Luftarten erhält, genau so viel wiegen, als die Luftarten, die man dazu gebraucht hat. Dass also bei dem bekannten Verbrennungsversuche das Wasser so viel wiegt, als die beiden Luftarten gewogen haben, bewiese gegen Herrn de Lüc gar nichts. Das Argument träfe nur diejenigen, die behauptet

haben, jenes Waſſer ſey in den verbrannten Luftarten *aufgelöſ't* geweſen, und das kann es freilich nicht geweſen ſeyn. Wäre alſo alles dieſes wahr, ſo lägen ja alle die ſchönen Sätze von *Hydrogène* und *Oxygène* und aller Oxydirung u. ſ. w., und ein neuchemiſches Nahmenregiſter wäre in gewiſſer Rückſicht ein ſo unnützes Meuble, als es eine nach den 83 Departements illuminirte Charte von Frankreich ſeyn würde, wenn die Waffen der Alliirten mit Glück gekrönt werden ſollten.

Dieſem Argumente aber noch mehr Stärke zu geben, kann ich nicht umhin, hier einige Betrachtungen zu wagen. Für etwas mehr als Muthmaſsungen gebe ich ſie nicht aus. Wenn ſie auch an ſich von keinem Belange ſeyn ſollten, ſo werden ſie wenigſtens zeigen, daſs das, was man in der franzöſiſchen Chemie ſo gerne für *Facta* ausgeben möchte, keine Facta ſind.

Der ſchöne Verſuch der Herren Paets van Trooſtwyk und Deimann, da ſie den verſtärkten electriſchen Funken durch Waſſer gehen lieſsen und dadurch eine Art von Knallluft erhielten, die ſich entzündete und wieder zu Waſſer ward iſt bekannt. Ich will ihn der Kürze wegen den *Amſterdammiſchen* nennen. Dieſer Verſuch ſoll wie ich höre, ſogar einige der eifrigſten Phlogiſtiker bekehrt haben. *) Ich weiſs nicht, wer dieſ

*) Hier merke ich Einmahl für allemahl an, daſs nicht jede Beſtreitung eines Theils der antiphlogi

Menſchen geweſen ſind; aber ſo viel weiſs ich, ſehr leicht müſſen ſie zu bekehren geweſen ſeyn. Denn gerade dieſer Verſuch iſt es, der, glaube ich, jeden *nachdenkenden* Antiphlogiſtiker ſtutzen machen muſs. Denn, frage ich, was hat denn hier das Waſſer zerſetzt? Ganz gewiſs die ſehr verdichtete electriſche Materie. Aber wie hat ſie dieſes gethan? Doch wohl hoffentlich nicht durch eine bloſs mechaniſche Erſchütterung? Das wäre, wenigſtens meines Wiſſens, der einzige Verſuch in der Natur, da man chemiſch verbundene Subſtanzen, ohne chemiſches Trennungsmittel, durch eine bloſs mechaniſche Erſchütterung getrennt hätte. Es wird dieſes hoffentlich auch niemand behaupten.

Ich ſtelle mir die Sache ſo vor: Verdichtete electriſche Materie, die bekanntlich Platina und Kieſelerde in einem Augenblicke ſchmelzt, hat einen Theil des Waſſers in Dampf verwandelt. Die *zuſammengeſetzte* electriſche Materie, deren jeder Beſtandtheil eine ſtärkere Verwandtſchaft mit dem Dampfe hat, als ſie unter einander haben, macht mit einem Theile

ſtiſchen Hypotheſe deswegen eine Vertheidigung des Phlogiſtons iſt. Die meinige ſoll es wenigſtens nicht ſeyn. Es iſt bloſs Beſtreben, endlich auf die Wahrheit zu kommen, die vielleicht in der Mitte liegt; und gewiſs wird ein ſolches Beſtreben von niemanden leichter entſchuldigt werden, als von meinem Freunde, oder den groſsen Stiftern der neuen Chemie ſelbſt, wenn ſie je etwas davon hören ſollten.

L.

des Dampfs dephlogiſtiſirte, und mit dem andern inflammable Luft. Daſs aber die electriſche Materie zuſammengeſetzt ſey, hat man wenigſtens lange für nöthig befunden, anzunehmen, ehe die ſogenannte Zuſammenſetzung des Waſſers in England entdeckt worden iſt. Herr Wilke ſpricht ſchon von *Feuer* und *Säure* in ihr, und Herr Profeſſor Forſter zu Halle, wo ich nicht irre, von *Feuer* und *Phlogiſton* in derſelben. Auch Herr de Lüc, ob er gleich nur *ein* electriſches Fluidum anerkennt, findet ſich dennoch aus ganz andern Urſachen genöthigt, dieſes einzige Fluidum zuſammengeſetzt anzunehmen. Alſo meine Vorausſetzung iſt nicht hier erſt, für dieſen Gebrauch, erfunden, ſondern ſchon lange da geweſen. Und gewiſs, wenn man gar bedenkt, daſs die electriſche Materie die Salpeterluft zerſetzt, daſs ſie ſauer riecht und ſchmeckt, bald phosphorartig, bald ſchwefelartig; wenn man den ſeltſamen Geruch bedenkt, der ſich beim Tödten befiederter oder behaarter Thiere durch Electricität zeigt: *) ſo wird man immer mehr geneigt, zu glauben, daſs in dieſer Materie ſo etwas ſtecken könne, wie *Baſis der dephlogiſtiſirten* und *Baſis der inflammabeln Luft*, man nenne es nun wie man will. Da nun

*) Dieſer Geruch iſt nicht der von verbrannten Haaren und Federn, auch werden da keine Haare und Federn verbrannt, ſondern ein eigner Geruch, der, wenn auch Haare oder Federn gebrannt hätten, immer noch unerklärt bliebe. Er nähert ſich mehr dem von manchen inflammabeln Luftarten. L.

die electrische Materie an sich kein Gegenstand für die Wage ist, so sieht man leicht, dass bei der Verbrennung dieser beiden Luftarten das Wasser auch nicht mehr wiegen kann, als die Luftarten gewogen haben. Wenn man nun ferner bedenkt, dass wir und alle Körper, (auf unserm Planeten wenigstens,) eben so von electrischer Materie durchdrungen sind als wie vom Feuer, das überall eine so grosse Rolle nach allen Systemen bald frei, bald latent spielt; wäre es da nicht möglich, dass, wenn ich Wasserdampf durch einen glühenden Flintenlauf gehen lasse, durch die Glühhitze die anliegende electrische Materie im Flintenlaufe, die sich immer wieder aus der ganzen Erde ersetzte, zerlegt würde, ein Theil sich mit dem Dampfe verbände und inflammable Luft machte, und der andere mit eben demselben die dephlogistisirte, die sich nun mit dem Eisen vereinigte und es verkalkte? So wäre dieser Versuch mit dem *Amsterdammischen* einerlei, nur mit dem Unterschiede, dass in dem letztern die Electricität selbst die Glühhitze augenblicklich hervorbringt, und die dephlogistisirte Luft, die nicht verschluckt werden kann, nunmehr mit der inflammabeln gemischt bliebe, hingegen sich im erstern mit dem Eisen verbände. Auf diese Weise wären beide Versuche erklärt, da nach der französischen Chemie der Amsterdammische unerklärt bleibt. *)

*) Einen Versuch einer Erklärung desselben nach der antiphlogistischen Chemie findet man in Aufs. II dieses Stücks. *d. H.*

Nun ſind Waſſer und electriſche Materie hinlänglich genug verbreitet, um dieſer Theorie Ausdehnung geben zu können. Hiervon ſchweige ich jetzt; ſo ſehr guten Gebrauch ich auch bereits von dieſer Muthmaſsung bei einigen electriſchen Erſcheinungen machen könnte. Jetzt mögen dieſe Conjecturen hier ſtehen, die Aufmerkſamkeit der Antiphlogiſtiker auf die electriſche Materie etwas zu vermehren. Sollte es ſich am Ende finden, daſs ihr *Oxygène* und *Hydrogène* weiter nichts ſind, als die beiden imponderabeln Beſtandtheile der electriſchen Materie, und daſs bei ihrem bekannten Prozeſſe nicht ſo wohl das Waſſer, als vielmehr die electriſche Materie zerſetzt werde und ſich mit dem Waſſerdampfe verbinde: ſo würde dieſes beide Hypotheſen vereinigen, und die ganze Aenderung in dem neuen Syſteme wäre nichts, als eine kleine Rache der electriſchen Materie wegen der Gleichgültigkeit, mit der man ſie ſo lange in derſelben angeſehen hat.

Allein wenn auch wenig aus dieſer *ſimpeln Muthmaſsung* erhellt, ſo erhellt doch wenigſtens dieſes daraus, daſs das, was die franzöſiſchen Chemiſten Facta nennen wollen, keine Facta ſind, weil ſie ſich auch anders erklären laſſen. Hierbei fällt mir ein Sarkasmus des Herrn de Lüc ein, den er in einem ſeiner Briefe an Laméthérie äuſsert. Herr de Lüc liebt die Sarkasmen ſonſt nicht, auch iſt dieſer der einzige, den ich mich erinnere in ſeinen Schriften gefunden zu haben, aber dieſer einzige iſt eben ſo beiſsend als paſſend. Er ſagt nämlich: die neuern franzöſiſchen Chemiſten hätten in ihrer No-

menclatur die Bedeutung mancher Wörter etwas abgeändert, unter andern auch die von dem Worte: *Factum*. Dieſes iſt ſehr wahr. In dem ganzen Verſuche mit dem Flintenlaufe iſt nichts Factum, als dieſes: Wenn ich Waſſerdampf durch ein glühendes eiſernes Rohr gehen laſſe, ſo kommt am Ende inflammable Luft zum Vorſcheine und das Eiſen findet ſich zum Theil verkalkt. Das Uebrige iſt alles *reine, baare Hypotheſe* und läſst ſich, wie ich ſo eben gezeigt habe, auch anders erklären.

Zeigte ſich bei der Verpuffung der dephlogiſtiſirten Luft mit der inflammabeln, umgekehrt wiederum *freie* Electricität: ſo würde ich in Rückſicht auf dieſen und den *Amſterdammiſchen* Verſuch ſagen, meine Theorie gründe ſich im eigentlichen Verſtande auf *Facta*. Ich habe aber den Verſuch noch nicht angeſtellt. Er wird die gröſste Vorſicht erfordern, weil hier Electricität, wenn ſie entſteht, unter Umſtänden entſtehen muſs, die für ihre ſinnliche Darſtellung bekanntlich die ungünſtigſten ſind, nämlich bei Waſſerdampf und Flamme, wodurch ſie ſo leicht auf die benachbarten Körper geleitet oder auch verſchluckt wird. Ich merke hier im Vorbeigehen an, daſs ich z. B. beim allmähligen Anblaſen todter Kohlen immer Electricität bemerke; ſelbſt in zahlreichen Verſammlungen fehlt der Verſuch *nie*. Hingegen gelingt es mir nur ſelten, ſie beim Aufgieſsen von Salpeterſäure auf Eiſen- oder Meſſingfeilſpäne darzuſtellen, ob ſie gleich jedesmahl gewiſs da iſt, weil ich ſie unter

günſtigen Umſtänden einmahl ſelbſt einer ganzen Verſammlung gezeigt habe.

Nun noch einige Bemerkungen, die vielleicht zur Beſtätigung deſſen dienen können, was ich oben geſagt habe. Man hat neuerlich geſehen, daſs es einigen berühmten Männern nicht hat glücken wollen, aus dem reinen Queckſilber-Kalke, (*Mercurius per ſe praecipitatus*,) dephlogiſtiſirte Luft zu erhalten. Man hat dieſes freilich nach der neuen Chemie zu erklären geſucht; denn was erklärt *die* nicht? Ihr Waſſer, (und folglich ihr Hydrogène und Oxygène,) und Kohlenſtoff iſt überall, ſo wie unmaſsgeblich oben meine electriſche Materie. Wo es aber an Waſſer fehlt in der Wüſten, ſchlagen ſie mit dem Zauberſtabe ihres Syſtems irgend wo an einen Felſen oder in den Staub, und es flieſst in Menge. Aber hart iſt es immer, bei jener Behandlung des Queckſilber-Kalks zu ſagen, der Deutſche habe gefehlt und der Franzoſe Recht; und eben ſo hart umgekehrt, das Verſehen den Franzoſen zuzuſchieben, zumahl im gegenwärtigen Falle, wo es wohl ſchwerlich jemand läugnen wird, daſs ſich einige der rechtſchaffenſten Männer und zugleich der gröſsten Chemiſten der neuern Zeit an der Spitze jener Partey befinden, und, welches kein unwichtiger Umſtand iſt, Männer, deren glückliche Vermögensumſtände ihnen eine Menge von Dingen möglich machen und Plane durchzuſetzen verſtatten, die allenfalls der Deutſche bloſs entwerfen kann.

Aber wie, wenn beide Recht hätten? Ich habe es mir zur Regel gemacht, immer dieſen Vergleich

wenigſtens zu verſuchen, ſo bald der groſse Credit der Streitenden jede andere Entſcheidung bedenklich macht. Nach dem, was ich vorher geſagt habe, ſind Waſſerdampf und dephlogiſtiſirte Luft nur durch den aëriſirenden Stoff der letztern unterſchieden. Wäre ihr der während des Prozeſſes entzogen, ſo geht ſie als Waſſerdampf über, ohne daſs deſswegen ein Hydrogène nöthig wäre. Man weiſs aber aus unzähligen Verſuchen, wie leicht geringe Unterſchiede in dem Grade des Feuers ſelbſt ſo wohl, als in dem Grade der Schnelligkeit, womit es angebracht wird, die Reſultate ſo mächtig verändern, daſs ſie ſich gar nicht mehr ähnlich ſehen. Dieſes iſt ſogar in den Küchen bekannt. Ein vortrefflicher Mann, der kürzlich von Paris kam, und eifriger Anhänger der neuen Chemie, wie es natürlich alle ſind, die von Paris kommen, der ſich lange bei den Stiftern der neuen Chemie aufgehalten hat, erzählte mir, daſs es in Paris eben ſo gegangen ſey. Ein berühmter Mann erhielt nie dephlogiſtiſirte Luft aus ſeinem Queckſilber-Kalke, welche die Stifter der neuen Lehre immer erhielten, ja endlich ſogar aus demſelben Kalke erhielten, aus dem ſie der erſtere nicht erhalten konnte. Was iſt das? Natürlich ſagen die Antiphlogiſtiker: das Verfahren des erſtern war unrichtig. Es kann ſeyn, aber es könnte ſich auch anders verhalten; und wenn *alle Luftarten Waſſer zur Baſis haben*, wer will die Umſtände beſtimmen, die verurſachen können, daſs dieſe Luft bald als Waſſer, bald als Luft

erfcheint. Hoffentlich wird die Sache bald ausgemacht werden.

Herr Hofrath Mayer äufsert am Ende noch den Gedanken, dafs die phlogiftifche Luft in der Atmofphäre vielleicht Waffer in Luftgeftalt feyn könnte. Hiergegen habe ich nichts einzuwenden. Der Gedanke begünftigt vielmehr die Meinung fehr, die ich von den Luftarten hege. Allein ob die Antiphlogiftiker, zu denen fich Herr Hofrath Mayer doch bekennt, damit zufrieden feyn werden, weifs ich nicht. Wenigftens möchte es um ihren *einfachen Salpeterftoff* nicht fonderlich mehr ausfehen, oder man müfste annehmen, die phlogiftifche Luft fey Waffердampf durch jenen einfachen Stoff modificirt. Läge aber im Waffer felbft der charakteriftifche Unterfchied diefer Luft von andern, fo wäre Waffer und *Azote* einerlei, und alfo felbft wieder aus *Oxygène* und *Hydrogène* zufammengefetzt.

Zum Befchluffe nun noch ein Paar allgemeine Betrachtungen, die aber mit dem gegenwärtigen freundfchaftlichen Streite nichts zu thun haben. — Man fängt hier und da in Deutfchland an, als Argument für die Wahrheit der antiphlogiftifchen Hypothefe die Nahmen berühmter Männer zu gebrauchen, die fie angenommen haben, als Dr. Black's und Kirwan's u. f. w. Ich wenigftens kenne keine verächtlichere Art zu disputiren, als diefe. Es war auch feit je her nie die Sprache redlicher, Wahrheit liebender Männer, fondern blofs der Eiferer und der Profelyten-Macher denen es mehr

um Beifall als um Wahrheit zu thun ist, und denen gewöhnlich an der Wissenschaft selbst so wenig liegt, als der Wissenschaft an ihnen. Solche Menschen kommen mir so verächtlich vor, wie die politischen Kriecher, die, um ihre Gegner zu schrecken, immer die Majestäten dieser Welt in ihre Streitigkeiten einzumischen wissen, um dem, dem sie vor der gelehrten Welt nichts *einzudemonstriren* verstehen, wenigstens bei Hofe etwas *einzurühren*. Ich verstehe in aller Welt nicht, was die Nahmen hier thun sollen. Euclid verlangt nicht einmahl, auf sein Wort hin zu glauben, dass gleiche Quadrate gleiche Seiten haben, und ich soll in einer so verwickelten Sache, wie diese, etwas glauben, weil Black und Kirwan für gut befinden, es zu glauben, und das noch dazu in der Chemie, worin man eine Materie, die eine der wirksamsten in der Natur ist, ich meine die electrische, gleichsam als gar nicht existirend ansieht, oder sie, wenn man sie ja gebrauchen oder nennen muss, so gebraucht und nennt, wie die Feuerschaufel und den Blasebalg, und von der man jetzt nicht weiss, wo man sie hinsetzen soll, die aber, wenn man es einmahl wissen wird, das ganze Gebäude erschüttern wird.

So bald die Gründe dieser Männer bekannt werden, so wird man ihnen entweder zu begegnen wissen, oder seine Ueberzeugung offenherzig und redlich bekennen. Nur die Kinder in der Philosophie schreckt man mit Nahmen. Ja, alle grosse Fortschritte in der Philosophie sind immer mit dem Um-

ſturze von Meinungen eröffnet worden, die Jahrhunderte lang durch die gröſsten Nahmen geheilig worden waren.

Allein hierbei muſs ich nothwendig unterſcheiden. Einige meiner Freunde und Männer von Geiſt ſind zur antiphlogiſtiſchen Lehre übergetreten, und ein Paar haben mir ihre Gründe dazu eröffnet. Sie ſagen: es ſey alles viel einfacher, als im alten Syſteme. Sie fragen: was denn das Phlogiſton ſey? Man habe ſchon vier- oder fünferlei Arten von Phlogiſton und man wiſſe kaum ſelbſt mehr, was man glauben ſolle, ſelbſt wenn man ein Phlogiſton anzunehmen geſonnen ſey. Das iſt alles recht gut. Niemand wird läugnen, daſs das neuere Syſtem vortrefflich ausgedacht iſt; ja, ich glaube, daſs es, wenn es auch fällt, immer als ein Meiſterſtück des menſchlichen Verſtandes in den philoſophiſchen Kunſt-Kabinetten aufbewahrt werden wird. Es mag dazu dienen, ſich jetzt eine Menge von Erſcheinungen zuſammen zu denken, und darüber mit ſcheinbarem Zuſammenhange zu reden; und dieſen Nutzen könnte es ſelbſt alsdann vielleicht noch haben, wenigſtens für den *bloſsen Chemiker*, wenn man deſſen Trüglichkeit in einzelnen Fällen gezeigt hätte, ſo wie etwa manche *Verſus memoriales* immer ihren Werth haben können, ob ſie gleich proſodiſch unrichtig ſind. Allein dem *Phyſiker* iſt es um Wahrheit des *Ganzen* zu thun, um den Plan des Naturgebäudes überhaupt. Was hilft es, Riſſe zu Nebengebäuden zu entwerfen und zu vollenden, wenn

ſie

ſie ſich am Ende nicht an das übrige anſchlieſsen laſſen, das zum Theil ſchon feſt gegründet iſt; und was für Sicherheit läſst ſich von einem Syſteme der Chemie erwarten, worin eine Materie, ein Stoff, der ſich *allen Sinnen* offenbart, noch nicht in Rechnung gebracht iſt? Wenn man doch dieſes recht ernſtlich beherzigte! Das electriſche Fluidum iſt der *Spiritus ſylveſtris* aller neuen Chemie, der phlogiſtiſchen ſo wohl als der antiphlogiſtiſchen. Was für Revolutionen werden dann nicht entſtehen, wenn man lernen wird, ihn einzuſperren und zu handhaben!

Die Kleiſtiſche Flaſche entladet ſich indeſs auf dieſe Art nie ganz, ſondern es geht etwa nur die Hälfte der Ladung durch das Waſſer, und das zwar mit ſehr verminderter Geſchwindigkeit. Die andere Hälfte bleibt in der Flaſche. Ginge der Funken durch Luft, ſtatt durch Waſſer, ſo würde die ganze Entladung erfolgen; ein Unterſchied, der auf der verſchiedenen Dichtigkeit, Elaſticität und dem Leitungsvermögen beider Mittel beruht. Denn iſt gleich Waſſer in groſsen Maſſen ein guter, Luft nur ein ſchlechter Leiter; ſo iſt doch eine ſo geringe Waſſermenge, als hier in einer dünnen Glasröhre electriſirt wird, nur ein ſehr ſchlech-

die Glasröhre nicht durch die Rückwirkung des Waſſers auf die Wände zerſpringe, gab ihr van Trooſtwyk eine doppelte Biegung, herauf und herunter, Fig. 2, und lieſs bei *a* eine kleine Luftblaſe, die nachgab, aber auch die Genauigkeit des Verſuchs minderte. Die vortheilhafteſte Entfernung für beide Drähte iſt die, wo beim Electriſiren ſich im Dunkeln zwei kleine leuchtende Pünktchen an ihren Enden zeigen. Stehen ſie einander näher, ſo ſtrömt die electriſche Materie aus einem in den andern ohne Exploſion über, und es entwickelt ſich keine Luft. Sind ſie weiter von einander entfernt, ſo werden die Schläge ſtärker als es nöthig iſt, und dann zerſpringt die Röhre ſehr leicht. Bloſse Funken ſollen, nach ihm, ſelbſt bei der Teylerſchen Maſchine, nicht kräftig genug ſeyn, um das Waſſer zu zerſetzen. Indeſs bediente ſich van Trooſtwyk nur einer Flaſche von 120 Quadratzoll Belegung. *d. H.*

ter Leiter, wie das mit den beſten Leitern der Fall iſt. Erſt ein Kubikfuſs Waſſer läſst die volle Ladung einer Flaſche von 1 Quadratfuſs Belegung durch; hier wurde aber kaum 0,00001 Kubikfuſs Waſſer gebraucht.*) Ich nenne daher dieſes die Methode *theilweiſer Entladung*, (*interrupted diſcharges.*)

Herr Cuthbertſon, mit dem ich dieſe Verſuche anſtellte, bewirkte *vollſtändige Entladungen* dadurch, daſs er eine 5 Zoll lange und $\frac{1}{2}$ Zoll weite Glasröhre auf eine ähnliche Meſſingröhre ſchmolz, bis in dieſe den Platinadraht hinableitete, und ſie, mit Waſſer gefüllt, in eine Schüſſel mit Waſſer ſetzte. Zwar entwickelte ſich bei dieſer Methode, wo das Waſſer durch Waſſer geſperrt, und vorzüglich geeignet war, atmoſphäriſche Luft zu verſchlucken, ſtets eine groſse Menge atmoſphäriſcher Luft beim Electriſiren, und es blieb beim Abbrennen durch den electriſchen Funken $\frac{1}{4}$ der ganzen Luftmaſſe unzerſtört. Auch entſtand in der Meſſingröhre, längs welcher der Funken herablief, eine kleine Rinne; ſo daſs ſie nicht lange gebraucht werden konnte, ohne durchlöchert zu werden. Doch empfiehlt ſich dieſer einfache Apparat dadurch, daſs er die Luft weit ſchneller giebt, und nicht ſo mancherlei Zufällen als der Trooſtwykſche un-

*) Dieſes dient zugleich zur Antwort auf die Frage Gren's, (Journal, B. 2, S. 135,) wie das Zerſpringen der Glasröhre und die Exploſion zu erklären ſeien, da Waſſer ein leitender Körper iſt.

d. H.

terworfen ist. — Noch besser ist indefs folgende Einrichtung. Die Glasröhre, in welcher das Wasser electrisirt wird, erweitert man nach unten zu in Gestalt eines Trichters, und setzt sie in eine Messingschale voll Wasser, so dafs der Draht in ihr ungefähr bis auf $\frac{1}{20}$ Zoll von der Schale herabgeht. Nimmt man dann eine Kleistische Flasche von 150 Quadratzoll Belegung, so erfolgt jedesmahl eine *vollständige Entladung*. *) Diese Einrichtung ist in Fig. 3 abgebildet.

Aus meinen fast zweijährigen Versuchen theile ich hier folgende mit. *Versuch* 1. Flufswasser, so wie es eben aus dem Strome kam, gab bei 1600 *theilweisen Entladungen*, die mittelst einer 34zölligen Scheibenmaschine in 3 Stunden erfolgten, einen Luftcylinder $\frac{2}{3}$ Zoll hoch und $\frac{1}{9}$ Zoll weit. Dieselbe Luftmenge erzeugte sich erst in 4 Stunden, als das Flufswasser zuvor stark gekocht oder unter der Luftpumpe gewesen war; (in einem andern Versuche entwickelten sich unter den letztern Umständen $\frac{3}{4}$ Zoll Luft in 3 Stunden.) Als ich die Luftblase zwischen die beiden Drähte brachte, und in dieser Lage ein electrischer Funke hindurchsprang, verminderte sie sich augenblicklich, im ersten Falle um $\frac{2}{3}$, (bei andern Versuchen nur um $\frac{1}{2}$;) im zwei-

*) Sollte das nicht auch bei dem Trooſtwykſchen Apparate der Fall seyn, wenn man eine so viel kleinere Belegung als im ersten Falle nimmt? *d. H.*

ten Falle hingegen um $\frac{15}{16}$, und bei andern Verſuchen um $\frac{19}{20}$ ihrer Ausdehnung.

Nicht ausgekochtes oder nicht ausgepumptes Waſſer, woraus ſich aber wiederholendlich Luft durch electriſche Schläge entwickelt hatte, gab doch immer noch etwas Luft, die der electriſche Funke nicht verſchwinden machte. Und zwar war dieſe Luftmenge in 6 bis 7 Verſuchen ungefähr ſtets dieſelbe. Die entſtandene Luftſäule, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $\frac{1}{6}$ Zoll weit, wurde nämlich durch einen Funken ſtets nur bis auf $\frac{19}{20}$ ihres Raums vermindert. Daraus ſcheint zu folgen, daſs das Waſſer durchs Electriſiren eher zerſetzt wird, bevor alle atmoſphäriſche Luft aus demſelben durch die bloſse Erſchütterung der Schläge herausgetrieben iſt. Doch glaube ich ſicher, daſs, wenn die Schläge ſo lange hindurch gegangen ſind, bis alle atmoſphäriſche Luft hinaus getrieben iſt, die Luft, die dann erzeugt wird, gänzlich durch electriſche Funken zerſtört werden würde. Nur habe ich es nie dahin bringen können, weil die Glasröhre immer eher ſprang, als bis ich dahin gelangte. *)

*) Der Herr van Troſtwyk war glücklicher, und behielt, nachdem er viermahl hinter einander aus demſelben Waſſer Luft entwickelt, ſie abgebrannt, und den Ueberreſt von Luft hinaus gelaſſen hatte, das vierte Mahl nur $\frac{1}{80}$ der erzeugten Luftmenge unzerſetzt. (J. d. Phyſ., B. 2, S. 137.) Nach Schuters Angabe brachte er es endlich ſelbſt ſo weit, daſs bei der Entzündung gar kein

Verſuch 2. Ungefähr 6000 *theilweiſe* Entladungen entwickelten eine Luftſäule 3 Zoll hoch und $\frac{1}{20}$ Zoll weit aus Waſſer, das unter der Luftpumpe geweſen war. — Vier Tage ununterbrochener Arbeit gaben auf dieſelbe Art 56,5488 Kuben von Luft, jeder von $\frac{1}{10}$ Zoll. *) Zu dieſer letztern Luftmaſſe wurde reine Salpeterluft von gleicher Ausdehnung hinzugefügt und beides mit Waſſer geſperrt. Es erſchienen ſogleich ſalpeterſaure Dämpfe, und die Luft wurde dadurch bis auf $\frac{1}{3}$ vermindert. Als man ein wenig mehr Salpeterluft hineinließ, erfolgte keine Raumverminderung weiter. Mit dem Ueberreſte wurde halb ſo viel aus ſalzſaurem Kali entwickeltes Sauerſtoffgas vermiſcht, und ſo ſtand er mehrere Tage lang über gut gebranntem Kalke und ausgekochtem Queckſilber.

Rückſtand an Luft blieb. Auf demſelben Wege ſoll, wie Schurer ſagt, van Trooſtwyk aus *Schwefelſäure* Sauerſtoffgas, und aus *Salzſäure* Waſſerſtoffgas entwickelt haben, indeſs im letztern Falle die Säure den Sauerſtoff des Waſſers an ſich zog und überſäuert wurde, womit man indeſs van Marum's Verſuche, B. 1, S. 268 dieſer Annalen, vergleiche. d. H.

*) Soll wohl heiſsen: eine Luftſäule 56,5488 Zoll hoch und $\frac{1}{10}$ Zoll weit, mithin 1,77 Kubikzoll Luft. Bei einem ſo gewaltigen Electriſiren, 4 Tage hinter einander unausgeſetzt, hat der Verfaſſer ſehr Recht, wenn er räth, Windmühlen oder Pferdegöpel vorzurichten, um die Electriſir-Maſchine zu treiben. d. H.

Als darauf ein electrischer Funke hindurch gelassen wurde, so verminderte sich diese Mischung augenblicklich um $\frac{1}{4}$, ohne dass sich jedoch am Glase oder auf das Queckfilber Feuchtigkeit niedergeschlagen hätte. Ich schreibe dieses einem kleinen Antheile von gebranntem Kalke zu, der von ungefähr in der Röhre geblieben war und beim Schlage durch die ganze Röhre zerstiebt wurde, oder noch lieber der im Vergleiche der Luftmasse so äusserst geringen Wassermenge, (höchstens 0,002,) die bei ihrem Entstehen sogleich von der Luft aufgelöst wurde. Dass aber Wasser, unter solchen Umständen erzeugt, sich scheinbar sogleich in der Luft *auflösen* kann, so dass man es auch mit Vergrösserungsgläsern nicht gewahr wird, bewies ich, indem ich durch eine Mischung von Sauer- und Wasserstoffgas, die über gebranntem Kalke recht ausgetrocknet waren, einen electrischen Funken gehen liess. *)

Versuch 3. Mit dem ersten Apparate für *vollständige Entladungen* erhielt ich im Ganzen dieselben Resultate. Folgende Versuche wurden in dem zweiten dieser Apparate mit frischem Flusswasser angestellt. In $11\frac{1}{2}$ Stunden waren mittelst einer 24zölligen Scheibenmaschine mit 2 Scheiben 19200 Entladungen erfolgt, und bei jeder war von unten, wo der Draht sich endigte, ein kleines Luftbläschen angestiegen. Alle erhaltene Luft betrug un-

*) Hier also ungefähr ein Versuch, wie ihn Lichtenberg im vorigen Aufl. S. 126, verlangte. *d. H.*

gefähr $\frac{1}{4}$ Kubikzoll, und nahm die Hälfte der Röhre ein; das übrige Waſſer war ſehr trübe, und ſchien in 14 Stunden, während deren es ruhig ſtand, nichts von der erzeugten Luft verſchluckt zu haben. Darauf wurde es wieder $5\frac{1}{2}$ Stunde lang electriſirt, und bekam aufs neue 6636 Schläge, wodurch die Luft bis auf $\frac{1}{2}$ Kubikzoll anwuchs und $\frac{1}{3}$ (?) der Röhre füllte. Daſs ſich jetzt die Luft doppelt ſo ſchnell als am vorigen Tage entwickelte, ſchrieb ich dem verminderten Widerſtande gegen das electriſche Feuer zu, das nun durch Luft ſtatt durch Waſſer ging. Zu Ende dieſes Electriſirens wurde ich durch einen hellen Schein, der ſich durch die ganze Röhre zog, und durch eine heftige Bewegung in der Röhre überraſcht, da denn $\frac{5}{8}$ von dem Raume, den vorhin das Gas eingenommen hatte, jetzt wieder voll Waſſer war. Die übrig gebliebene Luft verminderte der electriſche Funke nicht weiter, und mit Salpeterluft vermiſcht, zeigte ſie ſich ſchlechter als atmoſphäriſche Luft, indem ſie nur aus $\frac{1}{4}$ Sauerſtoffgas und $\frac{3}{4}$ Stickgas oder Salpeterſtoffgas beſtand. Es ſchien, als ſey der Schlag, welcher das Gas entzündete, vom untern Ende des Drahts nach dem obern hinauf gefahren, ſo daſs das zündende Feuer ſchon durch das Gas durchgegangen wäre, und vielleicht wurde dieſe Entzündung durch eine Reihe von aufſteigenden Luftblaſen veranlaſst, die von der Meſſingſchale bis an die Oberfläche des Waſſers reichte und hier die ganze Luftmaſſe abbrannte. Eine Miſchung von Waſſerſtoffgas und

atmoſphäriſcher Luft wurde unter denſelben Umſtänden gerade auf dieſelbe Art entzündet.

Verſuch 4. Auf dieſelbe Art wie im vorigen Verſuche war nach 14600 Schlägen wenigſtens $\frac{1}{3}$ Kubikzoll Luft erzeugt worden. Als ich eben mit den Füſsen eines Zirkels die Luftſäule meſſen wollte, ging ein Schlag durch, der die ganze Röhre erleuchtete, wobei das Waſſer in heftiger Bewegung aufſtieg und nun $\frac{2}{3}$ von dem Raume einnahm, der vorhin voll Luft war. Der Ueberreſt verhielt ſich gerade wie vorhin. Ich vermuthete, die Füſse des Zirkels hätten aus dem Drahte Electricität nach dem Glaſe zu hingezogen, und dadurch ſey die Entzündung erfolgt. Um dieſes auszumachen, füllte ich dieſelbe Röhre gerade ſo weit, wie ſie es vorhin war, mit $\frac{1}{3}$ Sauerſtoffgas und $\frac{2}{3}$ Waſſerſtoffgas. Ein electriſcher Schlag entzündete dieſes Gemiſch nicht. Als ich aber die Füſse des Zirkels wie vorhin an die Glasröhre hielt, entzündete der Schlag die Gasmiſchung mit einem hellen Scheine, und es blieb nur noch $\frac{1}{8}$ der Luft übrig. Gemiſche von atmoſphäriſcher Luft und Waſſerſtoffgas nach verſchiedenen Verhältniſſen lieſsen ſich auf dieſe Art nicht entzünden; als aber zu 2 Theilen atmoſphäriſcher Luft und 1 Theil Waſſerſtoffgas 1 Theil Sauerſtoffgas gemiſcht wurde, erfolgte die Entzündung, nur blieb $\frac{1}{3}$ der Luft unverzehrt.

Verſuch 5. Bei 12000 Schlägen unter denſelben Umſtänden wie vorhin, deren jeder etwas Luft entwickelte, war doch der Luft nicht mehr als

bei 8000 Schlägen geworden, und sie betrug immer nur $\frac{1}{5}$ Kubikzoll. Als ich genauer zusah, bemerkte ich, dass bei einem der Schläge die erzeugte Luft plötzlich um $\frac{1}{5}$ vermindert wurde. Daraus erhellte, dass schon mehrere Entzündungen unbemerkt vorhergegangen seyn mochten, vielleicht auch bei den vorigen Versuchen. Wahrscheinlich wurden diese Entzündungen dadurch veranlasst, dass während eines Schlags eine Luftblase anstieg, und diese sich entzündete. Ich sah daraus, dass ich eine weitere Glasröhre nehmen, auch langsamer electrisiren müsse, damit während eines neuen Schlags die Luftblase des vorigen nicht noch im Ansteigen begriffen sey.

Die in diesem Versuche erhaltene Luft vermischte ich mit gleich viel Salpeterluft, wodurch sie sich auf 1,5 verminderte. Als ich aber dem übrigen halb so viel Sauerstoffgas zusetzte, entzündete es der electrische Funke nicht: ein Zeichen, dass alles Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, das durch Zersetzung des Wassers erzeugt war, während des Prozesses sich entzündet hatte; denn was ich noch darin an Sauerstoff fand, war wahrscheinlich blos aus dem Wasser mechanisch ausgetrieben worden.

Versuch 6. Ich nahm frisches Flusswasser, und leitete die Luft, so bald $\frac{1}{8}$ Kubikzoll daraus entwickelt war, in eine andere Röhre, bis ich in dieser $\frac{1}{3}$ Kubikzoll Luft erhielt. Dazu setzte ich eben so viel Salpeterluft, worauf das Gemisch bis auf 1,2

abnahm. *) Bei mehr hinzugesetzter Salpeterluft verminderte es sich nicht weiter. Zum Ueberreste halb so viel Sauerstoffgas gethan, das Gemisch über gebranntem Kalke und ausgekochtem Queckſilber getrocknet, und durch einen electrischen Funken entzündet, verminderte dieses sich um $\frac{1}{6}$ seiner Ausdehnung, und ich nahm zugleich an den Seiten der Glasröhre, wo das Queckſilber angestiegen war, ein wenig Thau wahr. Daſſelbe bemerkte ich mit Hülfe der Lupe auch an den Theilen der Glasröhre, welche die übrige Luft berührte.

Man wird erwarten, dafs ich alle diese Versuche nun auch mit destillirtem Wasser, durch Kochen oder unter der Luftpumpe, und durch etliche hundert electrische Schläge von der anhängenden Luft befreiet, noch mehr im Grofsen als die vorigen wiederholt habe. Allein schon die angeführten Versuche scheinen mir die Beschaffenheit der entwickelten Luft darzuthun; und da mich jetzt andere wichtige Arbeiten beschäftigen, so mufs ich gröfsere und überzeugendere Versuche andern überlassen. Mit einem gleichen Aufwande, wie der hier beschriebene, veranstaltet, werden sie uns wahrscheinlich neues Licht über die Zersetzung des Wassers, der Oehle, des Alkohols, der Säuren u. s. f. geben. Durch meine Versuche scheint mir Folgendes dargethan zu seyn:

*) Wahrscheinlich des Raums, den die zuerst übrig gebliebene Luft allein einnahm. d. H.

1. Die bloſse Erſchütterung durch electriſche Schläge bewirkt, ſcheint aus dem Waſſer alle eingemiſchte Luft abzuſcheiden, ſelbſt die, welche durch Kochen oder unter der Luftpumpe ſich nicht davon trennen läſst. — Die Menge dieſer Luft iſt nach den Umſtänden verſchieden. Unter einer Cuthbertſonſchen Luftpumpe giebt friſches Fluſswaſſer $\frac{1}{5}$ ſeiner Ausdehnung, hat es hingegen lange an der Luft geſtanden, ſein eignes Volumen an Luft. Daher wird die Luft, die beim Electriſiren durch die erſten 100 bis 300 Schläge vom Waſſer abgeſchieden wird, durch den electriſchen Funken nur wenig vermindert. — Dieſe Luft beſteht, gleich der atmoſphäriſchen, aus *Sauerſtoffgas* und *Stickgas*, die jedoch darin vielleicht ein anderes Verhältniſs als in der Atmoſphäre haben können, ſollte das Waſſer eine dieſer beiden Luftarten ſtärker als die andere zurückhalten. Und dann könnte dieſe Luft, zu verſchiedenen Zeiten des Electriſirens, beſſer oder ſchlechter als die atmoſphäriſche ſeyn.

2. Das Gas, welches beim Durchgange des electriſchen Funkens augenblicklich verſchwindet, iſt ein Gemiſch von *Sauerſtoffgas* und *Waſſerſtoffgas*. Das beweiſ't *erſtens* dieſes Verſchwinden ſelbſt; *zweitens* die Entſtehung von Salpeterſäure, wenn man Salpetergas hinzuſetzt, das ſich bekanntlich mit dem Sauerſtoffgas zur Salpeterſäure verbindet, und das Abbrennen des Ueberreſtes, wenn es mit halb ſo viel Sauerſtoffgas vermiſcht wird, mittelſt

des electrischen Funkens, wobei sogar in Versuch 6 sichtlich Wasser wieder erzeugt wurde, welches ohne vorhandenes Wasserstoffgas unmöglich wäre; *drittens* die ganz ähnlichen Erscheinungen, die erfolgten, als Sauerstoffga und Wasserstoffgas gemischt und durch electrische Funken entzündet wurden; und *viertens* die theilweise Entzündung des Gas, besonders wenn es in einer Reihe von Luftblasen ansteigt.

3. Wie aber diese beiden Luftarten aus dem Wasser eigentlich entwickelt werden, und auf was Art sie daraus entstehen; darüber geben meine Beobachtungen und Versuche noch keinen genügenden Aufschluss.

Darauf gegründete Hypothesen.

So weit geht diese Abhandlung in den *Philosophical Transactions.* In Nicholson's Journal der Physik *) findet sie sich noch mit einem Abschnitte *über die Wirkungsart der electrischen Schläge* vermehrt, worin Pearson folgende Hypothese vorträgt: „Electrische Funken und Schläge enthalten Feuer, und sind vielleicht nichts anderes, als ein besonderer Zustand des Feuers. Ferner ist bewiesen, dass die ponderabeln Grundstoffe des Sauer- und Wasserstoffgas in ihrer Vereinigung Wasser bilden; ihre imponderable Beimischung ist höchst wahrscheinlich das, was sich von ihnen als Feuer oder

*) Vol. 1, 1797, No. 7, p. 303; und No. 8, p. 349.

Flamme trennen läfst; und eine faft vollftändige Induction berechtigt uns, zu fchliefsen, dafs Feuer, wenn es nur in hinreichender Stärke und Dichte zugeführt wird, alle zufammengefetzte Stoffe in ihrer Verbindung zu trennen vermag.

Das fehr verdichtete Feuer des electrifchen Schlags geht mit unbegreiflicher Gefchwindigkeit durch den Draht, und zeigt deshalb hier feine Kraft nicht. Am Ende des Drahtes, wo es aufgehalten wird, fammelt es fich, und häuft fich dort fo dicht und in folcher Menge an, dafs es fich in einem Funken um das Ende des Drahtes zeigt. Im Augenblicke des Ueberfpringens dringt ein geringer Theil des verdichteten Wärmeftoffs zwifchen den Atomen der beiden Beftandtheile des Waffers, (des Sauerftoffs und Waffer ftoffs,) und treibt diefe Atome bis über den Wirkungskreis ihrer chemifchen Anziehung aus einander, fo dafs fie nun mit dem Wärmeftoffe verbunden neue Atome und neue Stoffe, (Sauerftoffgas und Waffer ftoffgas,) bilden. Gerade fo wirkt electrifches und anderes Feuer von beträchtlicher Dichtigkeit auf Queckfilberkalk, den es in Sauerftoffgas und Queckfilberdämpfe verwandelt.

Da es gegen 70 bis 80 tauſend Schläge bedarf, um durch Zerfetzung des Waffers 1 Kubikzoll Gas zu erhalten, fo kann bei jedem Schlage kaum $\frac{1}{5000}$ Gran Gas erzeugt werden, daher der Theil des Wärmeftoffs, der fich mit dem Waffer chemifch verbindet und es zerfetzt, von dem ganzen Wärmeftoffe, der fich am Ende des Drahtes jedes Mahl zufammen-

ſammenhäuft, faſt nur ein unendlich kleiner Theil ſeyn kann; wie das auch daraus folgt, daſs das electriſche Feuer durch das Waſſer mit einer faſt unendlich groſsen Geſchwindigkeit durchgeht. — Indem dieſes geſchieht, verbreitet es ſich leuchtend, (*yielding a volume of vivid light*,) durch das ganze Waſſer, bis zum untern Drahte, oder dem hervorragenden Theile des Metallfuſses, durch deſſen ſtärkeres Leitungsvermögen es wiederum geſammelt und verdichtet wird, hier in Geſtalt eines Funkens ſich zeigt, und weil es nun aufs neue dicht genug iſt, wiederum etwas Waſſer in Gas zerſetzt. Daher kommen die Luftblaſen, die man vom untern Drahte oder dem Metallfuſse eben ſo häufig, als vom Ende des obern Drahtes aufſteigen ſieht.

Was das Abbrennen der beiden erzeugten Gasarten durch den electriſchen Funken betrifft, ſo iſt es bekannt, daſs dieſes durch den kleinſten Funken eben ſo gut als durch eine gröſsere Feuermaſſe, und bei groſsen Quantitäten Gas eben ſo ſchnell als bei kleinen geſchieht, indeſs eine nicht brennende, noch ſo ſtark durchhitzte Materie dieſes nicht zu bewirken vermag. Auch weiſs man, daſs Wärme die chemiſchen Vereinigungen unter gewiſſen Umſtänden ſehr befördert, welches, wie ich glaube, dadurch geſchieht, daſs ſie die Kräfte, die der chemiſchen Anziehung entgegen wirken, beſonders die Cohäſion, aufhebt, und die einzelnen Theilchen der Stoffe in Bewegung ſetzt. — Indem nun ein Funken in die Miſchung des Sauer- und Waſſerſtoffgas

kommt, ſo werden die Atome dieſer Stoffe, die dem Funken am nächſten ſind, von dem Feuer nach allen Richtungen zurückgetrieben, und dadurch andern ſo ſehr genähert, daſs ſie in den Wirkungskreis ihrer chemiſchen Anziehung kommen. Sie vereinigen ſich daher zu Waſſer; das Feuer treibt wieder die nächſten Atome zurück, und ſo geht es, jedoch mit unglaublicher Geſchwindigkeit, fort, wobei alles ſich zu Waſſer und Feuer vereinigt. *)

*) Aus dieſer Vorſtellung iſt es leicht zu erklären, warum bei einer Temperatur über 1000° nach Fahrenheit der Sauerſtoff des Sauerſtoffgas ſich nicht mit dem *Queckſilber* vereinigt, indeſs eine ſolche Wärme aus Queckſilberkalk Sauerſtoffgas entbindet; warum dagegen bei einer Wärme zwiſchen 600 und 1000 Graden das Gegentheil, und bei einer Wärme unter 600° keins von beiden geſchieht. — Eben ſo erklären ſich hieraus die *Erſcheinungen bei einer Lichtflamme* beſſer, als man ſie bisher erklärt hat. Der Sauerſtoff der Lebensluft verbindet ſich bei niedrigen Temperaturen nicht mit den Beſtandtheilen des Wachs- oder Talglichts, weil die Cohäſion dieſer Materien und die chemiſche Verwandtſchaft ihrer Beſtandtheile, (Waſſerſtoff und Kohlenſtoff,) zuſammengenommen die Anziehung des Sauerſtoffs zum Waſſerſtoffe und Kohlenſtoffe überwiegen. Da aber bei Temperaturen, in welchen Wachs und Talg ſich in Dämpfe verwandeln, keine Cohäſion weiter unter den Theilchen dieſer Materien beſteht, und die durch die entzündeten Wachs- und Talgtheilchen erzeugte Bewegung, die Atome dieſer Materien innerhalb des

Wie hierbei das Waſſer entſteht, das läſst ſich nur auf zweierlei Art erklären: 1. indem man annimmt: Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas beſtehen beide aus Waſſer und imponderabeln Stoffen, und während des Abbrennens werde das Waſſer aus ihnen niedergeſchlagen; oder 2. indem man die beiden Gasarten aus eigenthümlichen Grundſtoffen, Sauerſtoff und Waſſerſtoff, beſtehend denkt, die durch Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe, vielleicht

Wirkungskreiſes der chemiſchen Anziehung mit dem Sauerſtoffe der Lebensluft treibt: ſo wird nun durch die gröſsere Verwandtſchaft des Kohlenſtoffs zum Sauerſtoffe als zum Waſſerſtoffe, jedes Talgatom in ſeine beiden Beſtandtheile zerſetzt. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Kohlenſtoffe, zugleich aber auch mit etwas von dem frei werdenden Waſſerſtoffe; ſo bildet ſich nicht blos Luftſäure, ſondern auch Waſſer, (oder vielmehr kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas,) und daher rührt der *bläuliche Theil der Lichtflamme*, dergleichen ſich auch unter andern Umſtänden beim Verbrennen des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgas zeigt, (worüber ich mich durch Verſuche belehrt habe.) Der übrige Waſſerſtoff, der ſich aus dem zerſetzten Wachſe oder Talge entwickelt, ſteigt als Waſſerſtoffgas in die Höhe, vermiſcht ſich mit dem Sauerſtoffgas, und brennt hier mit demſelben ab, und zwar, wie das auch unter andern Umſtänden geſchieht, mit einer *weiſsen* oder *ſtrohgelben Flamme*. Der Docht des Lichts führt durch eine ähnliche Anziehung, wie bei den Haarröhrchen, nur gerade ſo viel Wachs oder Talg zur Flamme hinzu, als zerſetzt und mit

auch mit dem Lichtſtoffe, in Gasgeſtalt erhalten werden, und beim Abbrennen ſich mit einander zu Waſſer verbinden.

Mir ſind nur zwei Thatſachen bekannt, welche man für die erſte Meinung anführt. *Erſtens*, daſs man aus luftſaurer Schwererde nicht alle Luftſäure, ohne Beihülfe des Waſſers, im Feuer übertreiben kann; ſtatt aber hieraus zu ſchlieſsen, daſs das Waſſer ein Beſtandtheil der Luftſäure ſey, ſcheint

dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung gebracht werden kann, wodurch das Verbrennen allmählig und gleichförmig vor ſich geht. Auch enthält der Docht ſelbſt Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, und giebt deshalb eine bläuliche Flamme. Da das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas ſchwerer als das reine Waſſerſtoffgas iſt, ſo muſs auch aus dieſem Grunde der untere Theil der Flamme *blau*, der obere *gelb* ſeyn. — Zur Beſtätigung dieſer Theorie dient beſonders der artige Verſuch, daſs, wenn man Braunſtein mit einer Glasfritte am weiſsen Theile der Lichtflamme zuſammenſchmelzt, *purpurrothes*, am blauen Theile der Flamme dagegen *farbenloſes* Glas entſteht, indem der Waſſerſtoff der weiſsen Flamme dem Metallkalke nur wenig Sauerſtoff entzieht, der Kohlenſtoff der blauen Flamme dagegen ſo viel, daſs der ſchwarze Metallkalk dadurch weiſs wird. Schmelzt man dagegen das farbenloſe Glas wiederum am weiſsen Theile der Flamme, ſo wird es purpurn, dagegen purpurnes an der blauen Flamme farbenlos. — Der violette Streifen um den Docht erklärt ſich hieraus auch ſehr leicht. P.

es mir natürlicher, anzunehmen, dafs hier das Waſſer nöthig iſt, um durch ſeine Verwandtſchaft zur Schwererde alle Luftſäure auszuſcheiden, um ſo mehr, da ſich die Luftſäure aus vielen andern Stoffen ohne alles Waſſer übertreiben läſst, und z. B. entſteht, wenn man die trockenſte Kohle und das trockenſte Sauerſtoffgas in Verbindung bringt. *Zweitens*, dafs in allen Gasarten Waſſer gegenwärtig iſt, welches ſich durch ſalzſaure Kalkerde, eſſigſaures Kali, Schwefelſäure, gebrannten Kalk, Potaſche u. ſ. w. davon ſcheiden läſst. Doch dieſes beweiſ't nur, dafs ſich Waſſer in der Luft aufhalten oder in ihr aufgelöſ't ſeyn kann, und nicht, dafs es in die Miſchung der Luft weſentlich mit eingeht. Man kann durch die angeführten Stoffe Luft völlig waſſerleer machen; und da überdies die aus gewiſſen Stoffen und den Gasarten zuſammengeſetzten Stoffe von ihren Zuſammenſetzungen mit Waſſer ganz verſchieden ſind, ſo ſcheint hierin kein Beweis zu liegen, dafs Waſſer ein weſentlicher Beſtandtheil der Gasarten iſt. — Auch ſind das Sauerſtoffgas und Stickgas, welche beim Kochen oder Auspumpen des Waſſers entſtehen, keine Produkte des Waſſers, wie ſich das ſchon daraus zeigt, dafs ſich davon im Verhältniſſe der Waſſermaſſe nur ſehr wenig entwickelt.

Was die zweite Hypotheſe betrifft, nach der die beiden Gasarten aus eigenthümlichen Grundſtoffen und Wärmeſtoff, und Waſſer aus jenen beiden Grundſtoffen zuſammengeſetzt iſt; ſo laſſen ſich

für sie folgende Gründe anführen: 1. Nach einem Versuche, dessen Genauigkeit sich nicht bezweifeln läßt, wiegt das durch das Abbrennen der beiden Gasarten erzeugte Wasser gerade so viel als beide Gasarten zusammengenommen; sind die Luftarten rein, so entsteht nichts als Wasser; wird dagegen zugleich Salpetersäure oder Luftsäure erzeugt, so waren die Luftarten nicht rein, sondern mit Stickstoff oder Kohlenstoff vermischt. 2. Nach einem andern Versuche wiegt das Wasser, welches entsteht, wenn der Sauerstoff aus einem festen Körper, z. B. aus Metallkalken, sich mit Wasserstoff des Wasserstoffgas verbindet, gerade so viel, als das verzehrte Wasserstoffgas und was der Metallkalk an Gewicht verloren hat. 3. Wird Wasserstoff in gebundenem Zustande, z. B im Alkohol, mit dem Sauerstoffe der Lebensluft vereinigt, so beträgt das Gewicht des erzeugten Wassers ebenfalls so viel als der Gewichtsverlust des Alkohols und der Lebensluft zusammen, wenn man noch das Gewicht des kohlensauren Gas hinzufügt, das zugleich durch chemische Vereinigung des Kohlenstoffs im Alkohol mit dem Sauerstoffe entsteht. 4. In Verbindung mit gewissen Stoffen giebt das Wasser blos Wasserstoffgas, zugleich schwängern sich aber diese Materien mit Sauerstoff, wie man daraus sieht, dass sie dieselben Eigenschaften annehmen, als wenn man sie wirklich mit dem Sauerstoffe der Lebensluft durch chemische Mittel verbindet. Die Gewichtszunahme der Materie und das Gewicht des Wasserstoffgas sind in diesem Falle

dem Gewichte des zerſetzten Waſſers gleich 5. Endlich iſt es wenigſtens höchſt wahrſcheinlich gemacht, daſs Sauerſtoff und Waſſerſtoff bei ihrem Uebergange in Gasgeſtalt eine Menge Wärmeſtoff, vielleicht auch Lichtſtoff verſchlucken, und es giebt keinen Verſuch, der dieſer zweiten Hypotheſe widerſpricht.

Aus den Verſuchen, welche in dieſem Aufſatze beſchrieben ſind, läſst ſich für die erſte Hypotheſe kein Beſtätigungsgrund ſchöpfen, wohl aber für die zweite. Denn 1. gaben die beiden Luftarten völlig ausgetrocknet beim Abbrennen Waſſer. 2. Iſt dieſer Prozeſs der *einzige*, durch den ſich Waſſer umgekehrt in Lebensluft und Waſſerſtoffgas zerſetzen läſst. Bei jedem andern Verfahren nimmt entweder der feſte Körper, mit dem das Waſſer in Berührung kommt, den Sauerſtoff auf, und es entſteht daher nur Waſſerſtoffgas, wie beim Durchgehen der Waſſerdämpfe durch einen rothglühenden eiſernen Lauf; oder aus dem zerſetzenden Stoffe geht noch etwas mit in das erzeugte Waſſerſtoffgas über, wie wenn Waſſer auf rothglühende Kohlen kommt; oder es nimmt gar von zwei zerſetzenden Stoffen der eine den Sauerſtoff, der andere den Waſſerſtoff auf. Und ſo wird nur auf dieſe Art die Einwendung gehoben, daſs doch vielleicht der Waſſerſtoff nicht aus dem Waſſer, ſondern aus dem feſten Körper herkommen möchte, aus dem ihn das Waſſer entwickelte.

Beurtheilung dieſer Hypotheſen.

Dieſe Erklärungsart Pearſon's, wie die Gasarten aus dem Waſſer beim Electriſiren entwickelt, und dann wieder durch Electricität in Waſſer verwandelt werden, nimmt in einem der folgenden Stücke von Nicholſon's Journale *) einer von Nicholſon's Correſpondenten, der den Verſuchen ſelbſt und den daraus gezogenen Reſultaten alle Gerechtigkeit widerfahren läſst, als ſchwankend, unhaltbar und unphiloſophiſch in Anſpruch, nicht aber etwa, (wie das bei uns wohl geſchehen würde,) weil ſie der atomiſtiſchen, nicht der dynamiſchen, Naturanſicht entſprechen, ſondern wegen der undeutlichen und unbeſtimmten Vorſtellung, welche er, wie die übrigen Phyſiker, von der Natur der electriſchen Materie, der Wärme und des Lichtſtoffs hegen, wegen der mannigfaltigen widerſprechenden Functionen, die ſie ihnen zuſchreiben, und weil Pearſon's Erklärung keinesweges aus ſeinen Prämiſſen folge. Da es nicht Noth iſt, über jene Erklärung viel Worte zu verlieren, ſo ziehe ich aus dieſer Rüge nur ein Paar der hervorſtechendſten Stellen aus, ohne deshalb ihnen beipflichten zu wollen.

„Wir ſind noch ſo weit von einer gehörigen Kenntniſs der electriſchen Materie, des Feuers und des Lichts, dieſer allgemeinen Wirkungsmittel der Natur, entfernt, daſs ſie vielmehr noch immer ver-

*) Vol. 2, Decemb. 1798, p. 396 — 400.

wechſelt und ſo unvollſtändig behandelt werden, daſs daraus in allen Theilen der Phyſik die gröſste Verwirrung entſteht. — Wie ſoll man ſich die elektriſche Materie, wie das Licht denken? Sind ſie bloſse Modificationen des Wärmeſtoffs, oder iſt der Wärmeſtoff nur einer ihrer Beſtandtheile? Und der Wärmeſtoff, iſt er wohl einfach, und kann ein einfacher Stoff wohl alle die Rollen ſpielen, die man jenem zutheilt? Nach dem jetzigen Syſteme der Chemie trennt der einfache, homogene Wärmeſtoff Verbindungen, die er ſelbſt zuvor bewirkte; hängt ſich an Theilchen der Materie, und bildet um ſie eine abſtoſsende Sphäre, von denen ſich, deſſen ungeachtet, einige ſtark und ſchnell anziehen! Kurz, der Wärmeſtoff iſt heiſs und kalt, zieht an und ſtöſst ab, iſt ſichtbar und unſichtbar, je nachdem es die Erklärung fordert; gleich Proteus nimmt er alle Formen und Geſtalten an; er droht uns mit Jupiters Donnerkeil und kühlt uns in den Abendlüften.“

„Es iſt traurig und demüthigend, zu ſehen, wie leicht man jetzt über die auffallendſten Abſurditäten wegſieht, ja, ſie ſogar als Principien annimmt, und auf ſie, als unläugbare Thatſachen, fortbauet. Statt aller andern Beiſpiele von Verwirrung und Ungereimtheit, wohin ſolche Principien führen, erwähne ich nur das Reſultat der Verſuche und Bemerkungen des Grafen Rumford über die Erzeugung der Hitze durch Reibung, welches dahin geht, daſs, weil dieſe Hitze ſich aus den bisherigen chemiſchen Principien nicht genugthuend erklären läſst,

er geneigt ist, zu glauben, Hitze sey nichts Materielles, und beruhe auf keinem eignen Stoffe, sondern sey nichts anderes als Bewegung!!! Wahrlich, das heisst zu viel einer Hypothese aufopfern, wenn man lieber alle Gründe der Vernunft und das Zeugniss der Sinne verwirft, als die Falschheit einer Lieblingshypothese eingestehen will." *)

„Dass sich diese Hitze, die beim Reiben entsteht, aus Lavoisier's Systeme schlechterdings nicht erklären lässt, sollte die Anhänger dieses Systems zwar etwas misstrauisch gegen eine Lehre machen, für die eine so einfache Thatsache unerklärbar bleibt, und die deshalb schwerlich das blinde Zutrauen verdient, das man allgemein in sie setzt. Indess lässt sich das Entstehen der Hitze im Reiben und Schlagen zwischen festen Körpern aus andern Gründen sehr leicht erklären, ohne zu dem verzwei-

*) Hier geschieht dem Grafen Rumford offenbares Unrecht. Er hatte schon vorher diese Hypothese aufgegeben, weil es ihm unmöglich schien, die Gewalt des entzündeten Schiesspulvers zu erklären, wenn Wärme und Feuer blos eine eigenthümliche Art von Bewegung oder Schwingung der Materie wären. Dass er in seinen *Untersuchungen über den Ursprung der Wärme, die durch Friction bewirkt wird*, in den *Philos. Transact. for.* 1798, (übersetzt in Scherers allg. Journ. der Chemie, St. 1,) auf diese Hypothese, die übrigens eben so alt, wo nicht noch älter als die eines Wärmestoffs ist, wieder hindeutet, das verdiente schwerlich eine solche Rüge. *d. H.*

falten Schritte genöthigt zu werden, Wärmeſtoff zu einem Dinge und Wärme zu einer Art von Bewegung zu machen, die ſich auf eine ſehr wunderbare Art mittheilen und verbreiten müſste, wenn die Bewegung eines Funkens in ein Pulvermagazin hinein, nicht bloſs die Wände des Gebäudes in die Höhe werfen, ſondern auch einen ganzen Landſtrich erſchüttern ſollte.“ *)

*) „Daſs ſich eine ſo unglaubliche Menge von Wärme bei vielen, dem Anſcheine nach ſehr geringen Wirkungen entwickelt,“ bemerkt Nicholſon hierbei, „iſt von je her als ein ſtarker Grund gegen die Hypotheſe, Wärme ſey nichts als Bewegung, angeſehen worden; allein dieſe Einwendung trifft eben ſo ſehr die Hypotheſe eines Wärmeſtoffs. Wenn nach der erſtern ein geringer Theil einer groſsen Maſſe von Sauerſtoffgas und Kohlen in einen Zuſtand von Schwingungen verſetzt (d. h. erhitzt) wird, und auf die Vereinigung dieſes kleinen Theils die Schwingung und Vereinigung der ganzen Maſſe folgen; ſo mag es allerdings nicht leicht ſeyn, anziehende und zurückſtoſsende Kräfte aufzufinden, die dieſe Erſcheinung bewirken könnten. Wird aber dieſe Schwierigkeit dadurch gehoben oder nur erleichtert, daſs man einen dritten Stoff, (den Wärmeſtoff,) ſich in Verbindung mit dem Sauerſtoffe denkt? und fordert das nicht eben ſolche Kräfte, um den Uebergang deſſelben an den Kohlenſtoff zu erklären? Was man auch immer für Verwandtſchaften und Kräfte zugleich *mit* dem Wärmeſtoffe ins Spiel ziehe; immer ſcheint es mir, als könne man die bloſse Theorie eben ſo gut *ohne* dieſen Stoff auf-

hauen. — Man hat latente Bewegung, (oder Hitze,) für etwas Ungereimtes erklärt. Aber das ist es nur dem Wortverstande nach, und läßt sich auf mancherlei Art auslegen. Indeß der Wärmestoff bei gewissen Operationen verschluckt wird, häuft sich die Bewegung an; und bei einer unbedeutenden Veranlassung, die dem Erfolge keineswegs entspricht, befreiet er sich wieder. Wer den Hahn der Dampfmaschine dreht, oder einen Funken in ein Pulvermagazin wirft, macht latente Bewegung wirksam, d. h., hebt das Gleichgewicht von Kräften auf, die an sich viel stärker als die sind, welche das Gleichgewicht vernichten. Durch diese Bemerkung will ich mich jedoch nicht für einen Anhänger der ersten Hypothese erklären; nur scheint mir keine von beiden auf nicht-zu-bezweifelnde Thatsachen gegründet zu seyn.“

Nicholson.

III.

BESCHREIBUNG

eines sehr einfachen von John Cuthbertson erfundenen Apparats, um durch Verbrennung von Wasserstoffgas Wasser zu erzeugen. *)

Dieser Apparat ist auf Taf. III, Fig. 4, bei *ADBC* abgebildet, wie er in einem Gefäfse *abcd* steht, das beinahe ganz mit Wasser gefüllt ist. Die grofse Flasche *AD* hält ungefähr 1000 Kubikzoll, und hat einen messingenen Hut, der sich bei *A* zuschrauben läfst. Der in die Höhe gehende Theil des Bodens ist durchbohrt, und mit Messing eingefafst, in welches das Messingstück *ab*, Fig. 4, genau hinein pafst. Der Fufs dieses Messingstücks ist in die starke Messingstange *EF* eingeschraubt und wird darin durch eine Mutterschraube gehalten. Auf dieselbe Art werden an diese Messingstange die beiden Recipienten, (unten offene Glasglocken,) *B*, *C* befestigt. Die an sie angekütteten Messingschrauben *Q*, *Q* sind in senkrechter Linie durchbohrt, und haben zugleich eine Seitenöffnung, welche an eine Röhre stöfst, die durch die Messingstange *EF* bis an das Stück Fig. 5 gehen, und dort mit zwei Oeff-

*) Beschrieben von Pearson in Nicholson's *Journal of Nat. Phil.*, Vol. 2, 1798, p. 235.

mungen zusammenstofsen, welche durch dieses Messingstück hindurch gebohrt sind und die Recipienten mit der grofsen Flasche *AD* in Verbindung setzen. Zwei Hähne *L*, *M*, welche in der Messingstange liegen, öffnen und verschliefsen diese Verbindung; und zwar geschieht ersteres, wenn ihre Handhaben parallel mit dem Messingstabe stehen. *FR* und *EN* sind zwei gerade und ebene Messingplatten; durch runde Löcher in denselben gehen Schrauben hindurch, welche auf der Seitenwand des Wassergefäfses *abcd* aufsitzen, und auf diese Seitenwand werden die Messingplatten durch zwei Mutterschrauben fest aufgedrückt. Endlich stellt *OP* einen langen Messingdraht mit einem Stücke Platinadraht an dessen Ende *P* vor. Dieser Draht sitzt am Hute der grofsen Flasche fest, und ist so gebogen, dafs er sich genau über die schmale Oeffnung im Stücke Fig. 5 endigt, ohne doch dasselbe zu berühren.

Beim Gebrauche wird die grofse Flasche *AD* mit Sauerstoffgas, oder, wenn es blofs darauf ankommt, den Versuch zu zeigen, mit atmosphärischer Luft gefüllt, entweder mittelst einer Luftpumpe, oder mit Hülfe des chemisch-pneumatischen Apparats. In beiden Fällen müssen zuvor die Hähne geschlossen und die Recipienten abgenommen werden, indem man die beiden Mutterschrauben *Q*, *Q* losschraubt. Darauf befestigt man wieder die beiden Recipienten, und bringt den ganzen Apparat in das Wassergefäfs *abcd*, so wie es die Fi-

gur darſtellt. Der Recipient *B* iſt mit Sauerſtoffgas, *C* mit Waſſerſtoffgas gefüllt, und erſterer hat in ſeiner Mitte bei *s* eine Oeffnung. Sollen die beiden Luftarten mit einander abgebrannt werden, ſo läſst man vom Platinadrahte auf das Meſſingſtück Fig. 5 beſtändig fort electriſche Funken überſpringen, und öffnet dabei allmählig den Hahn *L*, bis ſich die Luft entzündet. Dann hält man mit dem Electriſiren inne. Die Flamme behält man dadurch in ſeiner Gewalt, daſs man die Hähne mehr oder weniger öffnen kann, und man dreht dieſe ſo, daſs die Entzündung am ſchicklichſten vor ſich geht. Leeren ſich die Recipienten aus, ſo laſſen ſie ſich leicht während des Verſuchs auf die bekannte Art füllen.

Die Oeffnung, durch welche das Waſſerſtoffgas in die Flaſche hinauftritt, iſt ſehr enge, dagegen die Oeffnung, welche das Sauerſtoffgas hinzuführt, ziemlich weit, und wahrſcheinlich hat Cuthbertſon dieſes Verhältniſs der Oeffnungen durch Verſuche als das beſte zur vollſtändigen, jedoch langſamen, Verbrennung des Waſſerſtoffgas gefunden. Da aber zur vollſtändigen Verbrennung doppelt ſo viel Waſſerſtoffgas als Sauerſtoffgas, dem Volumen nach, gehört, und überdies die Reibung in der ſchmalen Oeffnung beträchtlich iſt; ſo muſs der Druck, welcher das Waſſerſtoffgas in die Höhe treibt, viel gröſser ſeyn, als der, den das Sauerſtoffgas erleidet. Dazu dient die Oeffnung *s* in der Seitenwand der Glocke, in der ſich das Sauerſtoffgas befindet.

Dieſe macht, daſs der Druck auf das Sauerſtoffgas der Tiefe dieſes Lochs unter der Oberfläche des Waſſers entſpricht, indeſs der Druck auf das Waſſerſtoffgas im Recipienten *B* der Tiefe des untern Randes dieſes Recipienten unter der Oberfläche des Waſſers, und alſo einer doppelt ſo hohen Waſſerſäule entſpricht.

IV.

Von den verſchiedenen Gasmeſſern, und Beſchreibung des von Séguin erfundenen Gazometers.

Das *Gazometer* oder der *Gasmeſſer* iſt, wie bekannt, ein Inſtrument, welches dazu dienen ſoll, bei pneumatiſchen Verſuchen die Menge von Gas zu meſſen, die ſich entweder in gewiſſen Prozeſſen entwickelt, oder die zum Behufe anderer chemiſcher Operationen hinzugeführt wird, wie z. B. bei allen Miſchungen verſchiedener Gasarten, bei der Bildung der Salpeterſäure, bei der Erzeugung des Waſſers durch Verbrennen des Waſſerſtoffgas mit Sauerſtoffgas u. ſ. f.

Lavoiſier, der erſte Chemiſt, der in ſeinen Verſuchen überall auf genaue und beſtimmte Zahlwerthe ſah, und dadurch hauptſächlich der Verbeſſerer der Chemie wurde, war der Erſte, der mit Hülfe Meuſnier's einen genauen Gasmeſſer angab und ausführte. Er ging dabei von einer Vorrichtung zum Schmelzen mit Sauerſtoffgas aus, und ſein Gasmeſſer iſt in der That nichts anderes, als eine Art von *Cylindergebläſe*, deſſen innerer, mit Luft gefüllter Cylinder an dem einen Arme eines Wagebalkens hängt, und durch Gegengewichte, die man am andern Arme anbringt, bald im Gleichgewichte erhalten, bald zum Steigen oder zum Sinken gebracht wird. Im letzten Falle läſst ſich das

Gewicht des Cylinders durch Gewichte, die man in die Taſchen deſſelben legt, vermehren, und dadurch die Luft in demſelben zuſammendrücken, gerade wie in der Lüdickſchen Vorrichtung zum Glasblaſen, welche in B. 1, St. 1 dieſer Annalen beſchrieben iſt. Zum Maaſse dieſes Drucks dient die Höhe, um welche das Waſſer im äuſsern Cylinder höher als im innern ſteht; und um dieſe beurtheilen zu können, dienen zwei mit dem äuſsern Cylinder communicirende Glasröhren, deren eine oben offen, und mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung iſt, die andere aber mit der Luft im innern Cylinder in Verbindung ſteht. Der Unterſchied der Waſſerhöhe in beiden beſtimmt in Beziehung auf den jedesmahligen Barometerſtand die Gröſse des Drucks, welchen die Luft im innern Cylinder leidet. Die Menge von Luft, die aus dem innern Cylinder ausgeſtrömt iſt, findet ſich aus der geneigten Lage des Wagebalkens.

Zu pneumatiſchen Verſuchen gehören wenigſtens zwei ſolche Gasmeſſer, und da möchte der Lavoiſierſche Apparat leicht für die meiſten zu koſtbar ſeyn, lieſse er ſich gleich viel wohlfeiler als der des franzöſiſchen Chemiſten einrichten. Mehrere Phyſiker und Künſtler haben daher auf eine einfachere und wohlfeilere Vorrichtung gedacht.

Einen ſolchen Apparat, der jedoch zunächſt nur für die Erzeugung des Waſſers beim Verbrennen des Waſſerſtoffgas in Sauerſtoffgas beſtimmt iſt, beſchreibt der Kammerherr von Hauch in Gren's Neuem Journ. d. Phyſik, B. 2, S. 1, wie ihn die

Gebrüder Dümotiers in Paris für 600 Liv. verfertigt hatten, indefs Lavoiſier's Gasmeſſer 1800 Liv. koſtet. Jeder der beiden Gasmeſſer, welche die Hauptſtücke des Apparats ausmachen, beſteht aus einem kubiſchen Kaſten, aus ſtarkem und lackirtem Bleche verfertigt, der genau 1 Kubikfuſs hält, worin eine Seite aus einer Glastafel beſteht, und die untere Seitenfläche fehlt. Dieſe Kaſten hängen an Schnüren, die über Rollen geſchlagen und mit Gegengewichten verſehen ſind, in einen etwas gröſsern ähnlich geſtalteten Kaſten, worein Waſſer gegoſſen wird, und ſind alſo das, was in Lavoiſier's Gasmeſſer der innere Cylinder iſt. Durch die Glasſcheibe ſieht man an einer Scale unmittelbar das Volumen Luft, das ſie enthalten, und wie viel aus ihnen herausgetreten iſt. Eine gekrümmte Röhre tritt aus einer mit der Gasart gefüllten Flaſche unter den innern Würfel, und füllt dieſen, nachdem er zuvor ganz voll Waſſer war, mit dem Gas, das durch Waſſer, welches man mittelſt eines Trichters in die Flaſche gieſst, aus dieſer durch die gekrümmte Röhre hinausgetrieben wird. Das hinausgehende Gas ſammelt ſich im Gazometer, wird dort durch den Druck einer Waſſerſäule comprimirt, von einer Höhe, welche dem Unterſchiede des Waſſerſtandes im innern und äuſsern Kaſten gleich iſt, und geht daher aus dem Gasmeſſer durch eine Verbindungsröhre in den Ballon, worin die Verbrennung vor ſich geht, mit einer Geſchwindigkeit, die dieſer Höhe des Drucks entſpricht.

Die vereinfachten *Gasmeſſer* des Herrn van Marum findet man in Gren's *Journal der Phyſik*, Band 5, S. 154, und Band 6, S. 1 beſchrieben. Sie ſind von eben ſo ausgebreitetem Nutzen wie der Lavoiſierſche, beruhen aber nicht wie dieſer auf einer Art von Cylindergebläſe, ſondern auf einem *Heber*, der gerade ſo wirkt, wie z. B. der dreifache Heber in der ſogenannten *fraterna caritas*, und mittelſt deſſen ſich ein Recipient nach Willkühr von Gas ausleeren oder damit füllen, oder das Gas darin comprimiren läſst. Dieſer Recipient iſt ein weites, mit einem meſſingnen Hute luftdicht verſchloſſenes Cylinderglas, worin ein Thermometer und eine Scale befeſtigt ſind, an der man aus dem Waſſerſtande im Recipienten den Inhalt des hinaus- oder hineingekommenen Gas in Kubikzollen erſieht. Daneben ſteht ein ungefähr dreimahl ſo hoher meſſingner Cylinder, den ein meſſingner Heber mit dem Recipienten in Verbindung ſetzt, und der ſich nach Willkühr ſo mit Waſſer füllen läſst, daſs dieſes genau ſo hoch, oder höher oder niedriger als das Waſſer im Recipienten ſteht. Mittelſt einer Schraube im höchſten Punkte des Hebers läſst dieſer ſich öffnen und voll Waſſer gieſsen. Einer ſeiner Schenkel geht durch die ganze Länge des meſſingnen Cylinders hinab, und endigt ſich über dem Boden deſſelben; der andere iſt mit einem Hahne verſehen und geht durch den Hut des Recipienten bis an den Boden deſſelben. Steht das Waſſer im Cylinder und im Recipienten nicht im Niveau, ſo fängt der gefüllte, oben wieder verſchloſſene Heber an zu laufen, und führt

das Waſſer aus dem Gefäſse, worin es am höchſten ſteht, dem andern Gefäſse zu. Da man nun den Waſſerſtand, ſo wie den Zufluſs oder Abfluſs des Waſſers aus dem Cylinder in ſeiner Gewalt hat; ſo läſst ſich auf dieſe Art das Gas im Recipienten zuſammendrücken oder verdünnen, und zwar geſchieht das mittelſt des Drucks einer Waſſerſäule, welche die Höhe hat, um welche der Waſſerſtand in beiden Gefäſsen von einander verſchieden iſt. Oeffnet man eine Verbindungsröhre, die aus dem Hute des Recipienten in einen Ballon führt, ſo tritt das comprimirte Gas des Recipienten, mit einer Geſchwindigkeit, die der Gröſse jenes Drucks entſpricht, in den Ballon hinein; und ſo kann man mittelſt der Waſſerhöhe im Cylinder den Zufluſs des Gas reguliren, und zugleich an der Scale im Recipienten ſehen, wie viel Gas in den Ballon hineingeführt iſt. Wird dagegen das Gas im Recipienten verdünnt, und man öffnet eine andere Verbindungsröhre deſſelben mit einem Gefäſse voll Luft, das auf einer chemiſch-pneumatiſchen Wanne ſteht; ſo zieht ſich dieſe Luft in den Recipienten hinein: und auf dieſe oder eine ähnliche Art läſst der Recipient ſich mit Gas füllen.

Dieſer *hydroſtatiſche Gasmeſſer* des Herrn van Marum iſt unſtreitig viel wohlfeiler und bequemer als der von Lavoiſier angegebene *Gasmeſſer mit der Wage*, (*Gazomètre à balance.*) Aber auch ihn übertrifft noch an Einfachheit der im vorigen Aufſatze beſchriebene Apparat Cuthbertſons, der

auf ähnlichen hydroſtatiſchen Gründen als der Lavoiſierſche Gasmeſſer beruht, und in der That aus einer Art von Verbindung zweier Cylindergebläſe von verſchiedener Stärke und Oeffnung beſteht. Cuthbertſon beſtimmt ſeinen Apparat zwar zunächſt nur zur Verbrennung des Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas; man ſieht aber leicht, daſs er ſich mit weniger Mühe ſo vervollſtändigen läſst, daſs er eben ſo wohl als der des Kammerherrn von Hauch, den Namen eines Gasmeſſers verdient.

Der folgende *Gazometer* Seguin's iſt viel zuſammengeſetzter, und ſcheint allein zur Miſchung von Gasarten unter einem gegebenen Grade von Compreſſion, nicht zur Erzeugung des Waſſers durch Abbrennen der beiden bekannten Gasarten, oder zu ähnlichen Verſuchen, beſtimmt zu ſeyn; ſo viel ſich nämlich aus der ſehr unvollſtändigen Beſchreibung dieſes Inſtruments im *Bulletin des Sciences*, An 5, p. 75, erſehen läſst. Der Erfinder deſſelben, Seguin, iſt durch die genauen Verſuche bekannt, die er in Geſellſchaft mit Fourcroy und Vauquelin über die Erzeugung des Waſſers aus Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas anſtellte, und der Vorzug ſeines Inſtruments ſoll, dem Bulletin zu Folge, darin beſtehen, daſs es den Beobachter der Correctionen überhebt, die bei Lavoiſiers Gasmeſſer nöthig werden, wenn ſich der Barometerſtand während eines Verſuchs ändern ſollte, indem Seguin, ſtatt des veränderlichen Luftdrucks, einen künſtlichen Druck mittelſt Waſſers, das in die Gasreſervoirs geleitet wird, ſubſtituirt, und dadurch die verſchie-

denen Gasarten beständig unter einerlei Grad von Zusammendrückung erhält.

Dieser Seguinsche *Gasmesser* hat vier Reservoirs, welche luftdicht verschlossen, und in Fig. 6 und Fig. 7 auf Taf. III mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind. Das Reservoir 4 vertritt die Stelle des Ballons im Lavoisierschen und van Marumschen Apparate, und in demselben wird die Mischung zweier verschiedner Gasarten veranstaltet, deren eine durch die Röhre *D* hinein gelassen, *) die andere aus dem dritten Reservoir mittelst der Röhre *BBC* hinein geleitet wird, und sich dort unter einem zu messenden Grade von Compression mit der erstern verbindet.

Das oberste und zweite Behältnifs sind gröfsten Theils mit Wasser gefüllt, worüber atmosphärische Luft steht. Aus dem zweiten Behältnisse führt die mit einem Hahne versehene Röhre *g* das Wasser in den dritten und eine zweite Röhre *h* in den vierten Behälter. Indem das Wasser in das dritte Reservoir hinabrinnt, comprimirt es die darin befindliche Gasart, und treibt sie durch die Röhre *BB*, die sich unten bei *C* in einen Gufs, gleich dem an einer Giefskanne, endigt, in das vierte Reservoir hinüber. Das Wasser, das aus dem zweiten Be-

*) Wie? wird zwar nicht gesagt, doch wahrscheinlich nach Art, wie man Gläser mittelst des pneumatischen Apparats mit Gas füllt, da denn die Röhre *D* einen Hahn haben mufs, den man aber hier in der Figur nicht sieht. *d. H.*

hälter ausfliefst, wird aus dem erſten mittelſt der Röhre *a* erſetzt, und dafür tritt atmoſphäriſche Luft aus dem zweiten durch die Röhre *b* in den erſten Behälter zurück, die indeſs beim Abfluſſe des Waſſers in das dritte Reſervoir verdünnt wird. Der Druck dieſer verdünnten Luft, ſammt dem Drucke einer Waſſerſäule, deren Höhe dem Stande des Waſſers im erſten Behältniſſe über dem Boden des zweiten Behältniſſes gleich iſt, ſind die Kräfte, welche das Waſſer durch die Röhre *g* in das dritte Reſervoir treiben, und darin das Gas comprimiren. Wegen der freien Verbindung zwiſchen dem dritten und vierten Reſervoir mittelſt der Röhre *B B C* leidet das Luftgemenge in dieſem einen gleichen Druck; wie aber dieſer Druck beſtändig fort derſelbe bleiben ſoll, wenn Gas aus dem dritten in das vierte Reſervoir überſtrömt, überſehe ich nicht.

Mit jedem der vier Reſervoirs ſind Glasröhren verbunden, die zu einer Art von Probe dienen, und mittelſt deren man die Waſſer- und die Luftmenge in ihnen, und den Grad der Zuſammendrückung der letztern, meſſen kann. Das erſte Reſervoir hängt mittelſt der Röhre *d*, und das Waſſer im zweiten mittelſt der gekrümmten Röhre *e* mit einer Flaſche *c* zuſammen, welche für das erſte Reſervoir zur Probe dient, und *f* iſt ein Heber, welcher aus der Flaſche in ein kleines Gefäſs geht. Die Proberöhre *l* des zweiten Reſervoirs iſt oben offen. Die Proberöhre *m* des dritten, (die zugleich dient, das Waſſer dieſes Reſervoirs mittelſt des Hahnes *k* hinaus zu laſ-

ſen,) hängt unten mit dem Waſſer, oben mit der Luft in dieſem Reſervoir zuſammen, und zeigt das Verhältniſs des Volumens von Gas und Waſſer in demſelben; das vierte Reſervoir hat drei Proberöhren *n*, *o*, *p*. Die erſte hängt unten mit dem Waſſer, oben mit der Luft des Reſervoirs zuſammen, und zeigt das Verhältniſs beider zu einander. Die zweite, die oben mit der Verbindungsröhre *BB* und unten mit dem Waſſer zuſammenhängt, ſoll den Druck zeigen, den das condenſirte Gas auf das Waſſer im dritten und vierten Reſervoir äuſsert. Die dritte, oben offene, zeigt das Verhältniſs des Drucks der comprimirten und der atmoſphäriſchen Luft. Endlich ſollen noch die eingetheilten Halbkreiſe *q* dazu dienen, mittelſt eines Mechanismus, der nicht weiter beſchrieben wird, den Zuſtand der enthaltenen Flüſſigkeiten genau zu beurtheilen. Wahrſcheinlich wird dieſer Gasmeſſer in einem der künftigen Bände der Schriften des Pariſer National-Inſtituts genauer beſchrieben werden, und dann erſt wird man ſeinen Werth beurtheilen können.

V.

Electrische Versuche mit kohlenhaltigem Wasserstoffgas,

von

Will. Henry. *)

Nach den Versuchen des D. Austin's **) dehnt sich kohlenhaltiges Wasserstoffgas, oder die ehemahls sogenannte *schwere* inflammable Luft, wenn sie mit Queckſilber gesperrt wird, durch wiederholte electrische Schläge bis auf das Doppelte des vorigen Raums aus. ***) Dass dabei Wasserstoffgas entwickelt wird, zeigt sich dadurch, dass dieses vermehrte Gas beim Verbrennen eine weit grösere Menge von Sauerstoffgas, als zum Verbrennen des unelectrisirten erforderlich ist, verzehrt. Die Glasröhre und das Queckſilber konnten dieses Wasserstoffgas nicht hergegeben haben; es musste sich also aus irgend einem der Stoffe entwickelt haben, die in dem Wasserstoffgas aufgelöset waren, d. h. entweder aus dem Kohlenstoffe, oder aus dem

*) Im Auszuge aus den *Philoſoph. Transact. for* 1797, P. 2, p. 401 — 415.

**) Sie sind beschrieben in den *Philoſ. Transact.*, Vol. 80, p. 51, und in Gren's *Journal der Phyſik*, B. 3, S. 247.

***) Ist sie mit atmosphärischer Luft verbunden, so lässt sie sich durch Electrisiren weit weniger oder wohl gar nicht ausdehnen. *Henry.*

Waſſer, welches letztere zwar keinen weſentlichen Beſtandtheil des kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas ausmacht, ſich aber doch immer darin in beträchtlicher Menge aufgelöſ't findet.

D. Auſtin, der an das Waſſer nicht gedacht zu haben ſcheint, glaubte, das hinzugekommene Waſſerſtoffgas entſtehe durch Zerſetzung des Kohlenſtoffs, und hielt ſich durch ſeine Verſuche berechtigt, zu behaupten, der Kohlenſtoff ſey kein einfacher Stoff, ſondern beſtehe aus Waſſerſtoff und Stickſtoff. Entſteht das hinzukommende Waſſerſtoffgas wirklich dadurch, daſs der Kohlenſtoff mittelſt electriſcher Schläge zerſetzt wird, ſo müſste electriſirtes kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas nach dem Abbrennen mit Sauerſtoffgas weniger kohlenſaures Gas, als unelectriſirt geben. D. Auſtin's Verſuche hierüber ſind mit der äuſserſten Sorgloſigkeit gemacht, und beweiſen nichts. Henry ſtellte darüber folgende Verſuche an. *)

*) Der Apparat, deſſen er ſich dabei bediente, ſtimmte gröſsten Theils mit dem überein, den Cavendiſh in den *Philoſ. Transact.*, Vol. 75, beſchreibt. Das auszudehnende Gas wurde bald in einer gebogenen, bald in einer geraden mit Queckſilber geſperrten Glasröhre electriſirt. Das Volumen der erhaltenen und der hinzugelaſſenen Luftarten maſs Henry mittelſt einer beweglichen Scale, indem er nachher gerade ſo viel Queckſilber in die Röhre füllte, und dieſes wog. Jeder Gran Queckſilber zeigte ihm ein Maaſs von Luft an. Zwar wurden die Verſuche nur ſehr im Kleinen angeſtellt, allein

Verſuch 1. Er miſchte 94,5 Maaſs kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas, das aus eſſigſaurem Kali entwickelt war, mit 107,5 Theilen Sauerſtoffgas. Der electriſche Schlag verminderte dieſe Miſchung bis auf 128,5, Kalkwaſſer bis auf 54, und flüſſiges Schwefelkali, (Schwefelleber,) bis auf 23 Theile. — Die 74,5 vom Kalkwaſſer verſchluckten Theile waren *kohlenſaures Gas*, das ſich beim Abbrennen der 94,5 Theile kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas entwickelt hatte. *) Der Ueberreſt, der der Einwirkung des Schwefelkali's widerſteht, iſt *Stickgas*.

Verſuch 2. Eine gleiche Menge von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas wurde nun ſo lange elec-

dadurch erhielt Henry den Vortheil, daſs er die Luftmaſſe mit einem einzigen Schlage entzünden konnte. Auch vermied er ſorgfältig alle Störung durch veränderte Temperatur oder veränderten Luftdruck.

*) Das Sauerſtoffgas war aus überſalzſaurem Kali entwickelt. Setzt man davon nicht genug zum electriſirten Gas hinzu, ſo bleibt etwas kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas unzerſetzt, daher es beſſer iſt, etwas mehr Sauerſtoffgas als nöthig zuzuſetzen; das Ueberflüſſige verſchluckt die flüſſige Schwefelleber. — Bei niedriger Temperatur verbindet ſich der Sauerſtoff lieber mit dem Waſſerſtoffe, bei einer ſtarken Hitze lieber mit dem Kohlenſtoffe, und daher rührt das *kohlenſaure Gas*. Dieſes iſt zugleich mit dem erzeugten *Waſſerſtoffgas* die Urſache von der Ausdehnung während des Electriſirens.

Henry.

triſchen Funken ausgeſetzt, bis es einen Raum von 188 Theilen einnahm, und ſich folglich um 93,5 Theile ausgedehnt hatte. Man brannte es darauf zu wiederholten Mahlen mit 392,5 Theilen Sauerſtoffgas ab. Dadurch verminderte ſich die Miſchung bis auf 203 Theile, und dieſe durch Kalkwaſſer bis 128,5, durch geſchwefeltes Kali bis 19,5 Theile. — Alſo entſtand in dieſem Verſuche gerade ſo viel *kohlenſaures Gas*, wie im vorigen, nämlich 74,5 Theile.

Verſuch 3. Man brannte 340 Maaſs nicht-electrifirtes kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas mit der nöthigen Menge von Sauerſtoffgas ab, und erhielt dabei 380 Maaſs *kohlenſaures Gas* und 20 Maaſs *Stickgas*.

Als man dieſelbe Menge von kohlenſaurem Waſſerſtoffgas electrifirte, dehnte ſie ſich bis auf 690 Maaſs aus, und beim Abbrennen erhielt man 380 Maaſs *kohlenſaures Gas* und 19,8 Maaſs *Stickgas*.

Verſuch 4. Es gaben 315 Maaſs kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas, *nicht-electrifirt*, 359 Maaſs kohlenſaures und 18,5 Maaſs Stickgas; *electrifirt* und dadurch bis auf 600 Maaſs ausgedehnt, von beiden genau eben ſo viel.

Verſuch 5. Eben ſo erhielt man gleich viel kohlenſaures Gas und Stickgas aus 200 Maaſs nicht-electrifirtem und electrifirtem kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas.

Dieſe Verſuche beweiſen unwiderſprechlich, daſs die electriſchen Funken nicht den Kohlenſtoff im

kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas zerſetzen; denn vor und nach dem Electriſiren bleibt gleich viel Kohlenſtoff vorhanden. — Schon der Doctor Auſtin fand es unmöglich, das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas beim Electriſiren viel über das Doppelte zu vermehren; ein Zeichen, daſs der Stoff, der das Waſſerſtoffgas hergiebt, dann ganz zerſetzt ſeyn muſste. Dieſes iſt aber mit dem Kohlenſtoffe nicht der Fall, wovon immer noch genug vorhanden bleibt. Er kann alſo auch aus dieſem Grunde nicht das Waſſerſtoffgas hergeben.

Folglich muſs dieſes Gas durch Zerſetzung des *Waſſers*, das im kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas aufgelöſ't iſt, erzeugt werden. Und daſs dieſes wirklich der Fall iſt, beweiſ't Henry durch folgende Verſuche.

Verſuch 6. Er ſtellte das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas über ätzendes Kali, um es ſeiner Feuchtigkeit ſo viel wie möglich zu berauben. Dieſes ausgetrocknete Gas wurde bei 160 ſtarken Schlägen kaum um $\frac{1}{6}$ ſeines Raums ausgedehnt, und blieb dann bei 80 neuen Schlägen unverändert. Das gewöhnliche wäre bei 160 Schlägen um mehr als das Doppelte ausgedehnt worden. Auch reichten ein Paar Tropfen Waſſer hin, das ausgetrocknete Gas eben ſo ausdehnbar zu machen. — Vorzüglich ſchnell dehnte es ſich aus, wenn man das Gas, ſtatt mit Queckſilber, mit Waſſer ſperrte.

Monge, Landriani und van Marum *) hatten dieſelbe Erzeugung von Waſſerſtoffgas beim Electriſiren des *kohlenſauren Gas* wahrgenommen. Sie ſchrieben die Zerſetzung des Waſſers, die dabei vorgeht, der Verwandtſchaft des Sauerſtoffs im Waſſer, zum Queckſilber, womit die Luft geſperrt wurde, zu. — Die groſse Verwandtſchaft des Sauerſtoffs zum Kohlenſtoffe ſetzt es ſchon auſser Zweifel, daſs in den Verſuchen Henry's dieſer, und kein metalliſcher Stoff der Grund iſt, warum das Waſſer zerſetzt wird. Henry beweiſ't das überdies noch durch einige Verſuche, wo mit dem electriſirten Gas kein anderes Metall als Gold in Berührung war, und es ſich doch ſtark ausdehnte.

Woher kam aber das *Stickgas*, das beim Abbrennen übrig blieb. Darauf antwortet Henry: das war ſchon zuvor dem kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas beigemiſcht, und iſt keinesweges durch die electriſche Materie aus demſelben erzeugt worden. Der Doctor Auſtin hatte ſein kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas lange über Waſſer ſtehen laſſen; und ſchon Higgins und Prieſtley haben bemerkt, daſs es dann beim Abbrennen ſehr viel mehr Stickluft, als friſch bereitet, übrig läſst. — In einem von Auſtin's Verſuchen ſchien etwas Sauerſtoff ſich mit dem Stickſtoffe zu Salpeterſäure verbunden

*) Siehe *Journ. de Phyſ.*, Vol. 29, p. 277; *Annales de Chimie*, Vol. 2, p. 273; auch Gren's *Neues Journ. d. Phyſik*, B. 3, S. 273.

zu haben. Während des Electrisirens des kohlenhaltigen Wasserstoffgas färbte sich hingegen in einem von Henry's Versuchen hineingesetzter Veilchensaft grün, welches auf eine alkalische Substanz deutet, die Henry für kohlensaures Ammoniak hält.

Nach allen diesen Versuchen bleibt folglich der Kohlenstoff noch immer ein für uns chemisch einfacher Stoff. *)

*) Henry stellte in der Folge ähnliche electrische Versuche mit *phosphorhaltigem Wasserstoffgas* an. Auch dieses dehnt sich durch wiederholte electrische Schläge gerade so aus, wie das kohlenhaltige Wasserstoffgas, verliert dabei die Eigenschaft, dass es mit Sauerstoffgas sich entzünden und abbrennen lässt, und zeigt offenbare Spuren von Bildung eines Phosphors oder einer Phosphorsäure, (*phosphorous or phosphoric acid.*)

VI.

VERSUCHE

der Geſellſchaft Amſterdammer Phyſiker über drei verſchiedene Arten von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas, welche ſich aus Alkohol und Aether entwickeln laſſen. *)

Die bekannten Phyſiker, Deiman, van Trooſtwyk, Lauwrenberg und Bondt zu Amſterdam, welche ſchon ſeit mehrern Jahren gemeinſchaftliche Verſuche anſtellten, richteten im Jahre 1795 ihre Unterſuchungen vorzüglich auf das Gas, welches ſich bei der Verbindung concentrirter Schwefelſäure mit Alkohol entwickelt. Bei dieſer Verbindung zerſprengt es, wie bekannt, gar häufig die Gefäſse; es brennt mit einer öhligen Flamme, ſo daſs man es in den electriſchen Lampen der brennbaren Luft vorzieht, bildet unter gewiſſen Umſtänden Oehl, (daher ſein Nahme: *Oehl erzeugendes Gas*,) und hat im Vergleiche der Gasarten, die ſich aus Alkohol oder Aether bei anderer Behandlungsart entwickeln, ſo merkwürdige Eigenſchaften, daſs eine genauere Unterſuchung deſſelben die Mühe zu lohnen verſprach.

*) Ausgezogen aus den *Annales de Chimie*, T. 21, p. 48, und Nicholſon's *Journ. of Nat. Phil.*, Vol. I, pag. 44—55.

Da das Gas sich bei Verfertigung des Schwefeläthers gewöhnlich erst gegen Ende des Prozesses entwickelt, so nahm man beide Stoffe in dem Verhältnisse, worin sie dann bei der Aethererzeugung zu stehen pflegen, d. h., auf vier Theile concentrirte Schwefelsäure einen Theil Alkohol, und behandelte das Ganze in einem zu Luftversuchen schicklichen Glasgeräthe. Sobald beide Stoffe gemischt sind, erhitzen sie sich, werden braun, und geben auch ohne Beitritt von äusserer Wärme ein Gas. Erwärmt man sie, so brausen sie viel stärker auf und werden schwarz; es entwickelt sich eine grosse Menge von Luft; und soll nicht die ganze Mischung davon gehen, so mus man aufhören, sie zu erwärmen. Der Rückstand, nachdem das Gas sich entwickelt hat, ist Schwefelsäure mit Kohlenstoff vermischt und dadurch geschwärzt. Anfangs und zu Ende der Operation ist das entbundene Gas stark mit schwefelsaurem Gas vermischt; in der Mitte des Prozesses pflegt es reiner zu seyn und nur $\frac{1}{6}$ schwefelsaures Gas zu enthalten. Luftsäure findet sich darin gar nicht. Mit Wasser und Ammoniak gewaschen, wird es sehr rein.

Das Gewicht dieses Gas beträgt 0,909 vom Gewichte der atmosphärischen Luft; wenn es recht rein ist, riecht es unangenehm, und es brennt mit einer starken und dichten Flamme, gleich harzigem Oehle. Monate lang mit Wasser gesperrt, bleibt es unverändert; eben so wenig wirken darauf Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure, Salpeterluft, Al-

kalien und Phosphor, ſelbſt wenn er bis zum Schmelzen erhitzt wird. Ammoniak im elaſtiſchen Zuſtande vermehrt bloſs den Umfang deſſelben, ohne es ſonſt zu verändern.

Der einzige Stoff, der auf dieſes Gas chemiſch wirkt, iſt das oxygenirte ſalzſaure Gas. In einer Glasröhre über Waſſer zu gleichen Theilen gemiſcht, verſchlucken beide ſich ſchneller als Waſſer und ſalzſaures Gas. Dabei entſteht ein dickliches perlgraues Oehl, das ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, ſich an der Luft gelb färbt, pikant und angenehm riecht, ſüſslich, doch ganz anders als Aether, ſchmeckt, ſich im Waſſer auflöſt und dieſem ſeinen Geruch mittheilt, und durch flüſſiges vegetabiliſches Alkali einen noch lieblichern Geruch erhält, indem dieſes den Geruch der oxygenirten Salzſäure ganz davon abſcheidet. *) Die Glasröhre erhitzt ſich bei dieſem Prozeſſe, und füllt ſich mit einem weiſsen Dampfe, und es bleibt darin nur $\frac{1}{6}$tel des brennbaren Gas übrig, welches noch eben ſo brennbar als zuvor iſt. Gerade dieſelben Erſcheinungen erfolgten bei einer Miſchung aus vier Theilen oxygenirten ſalzſauren Gas und einem Theile des aus Schwefelſäure und Alkohol entwickelten Gas, das acht Tage lang über Waſſer geſperrt worden war. Nachdem man vom

*) Sie konnten ſich nicht genug von dieſem Oehle verſchaffen, um es einer chemiſchen Prüfung zu unterwerfen. Eine Art von Aether ſcheint es auf keinen Fall zu ſeyn.

gasartigen Rückstande das übrige salzsaure Gas abgeschieden hatte, blieb etwa $\frac{1}{20}$stel an Stickgas übrig.

Weder in den Rückständen bei diesem Prozesse, noch beim Abbrennen des Gas mit Sauerstoffluft durch Hülfe electrischer Funken, zeigte salzsaure Schwererde eine Spur von schwefelsaurer Luft; ein Beweis, dass das brennbare Gas nicht etwa eine Auflösung des Aethers in schwefelsaurem Gas war. Da es weder den Geruch von schwefelhaltigem Wasserstoffgas hat, noch beim Verbrennen sich Schwefel daraus niederschlägt, so kann auch kein Schwefel in der Mischung dieses Gas enthalten seyn. Die Basis desselben kann also nur durch eine eigne Verbindung unter den Bestandtheilen der Schwefelsäure und des Alkohols, d. h., von Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, entstehen. Die Anwesenheit des letztern läugnen die holländischen Physiker aus dem Grunde, weil sich sonst entweder Wasser oder Kohlensäure hätte bilden müssen. Nicholson bemerkt aber mit Recht, dass dieses bei einer chemischen Verbindung aller dreier Stoffe mit einander nicht nöthig ist, wie denn eine solche Verbindung wahrscheinlich in dem erzeugten Oehle wirklich bestehe. Die Anwesenheit von Wasserstoff und Kohlenstoff in diesem Gas beweisen auch folgende Versuche: Als die genannten Physiker es durch eine Röhre, die mit schmelzendem Schwefel gefüllt war, trieben, erhielten sie schwefelhaltiges Wasserstoffgas und der Schwefel färbte sich schwarz; in einer

glühenden Röhre, die Braunstein enthielt, verwandelte sich ihr Gas in kohlensaures Gas; auch beim Abbrennen mit Sauerstoffgas durch electrische Funken blieb im Rückstande Kohlenstoffgas; und als sie es mit oxygenirtem salzsauren Gas mischten und ehe noch die Oehlerzeugung vor sich ging, abbrannten, wurde das Glasgeräth mit Kohlenstoff in Gestalt von Lampenschwärze bedeckt. Dieses bestimmte die holländischen Physiker, ihrem Gas den Nahmen: *kohlenhaltiges, öhliges Wasserstoffgas*, zu geben.

Dieses Gas läßt sich auch aus dem schon gebildeten *Schwefeläther* durch Vermischung mit Schwefelsäure entwickeln, nur daſs dann oxygenirte Salzsäure nicht mehr als $\frac{3}{4}$tel desselben in Oehl verwandelt. Der Rückstand brennt blau, und giebt nicht weiter Oehl mit salzsaurem Gas. — Eine dritte Methode, dieses Gas zu erhalten, ist, wenn man Alkohol und Aether durch eine glühende thönerne Pfeifenröhre treibt. *)

*) Hierbei verdient ein Versuch Brugnatelli's erwähnt zu werden, den er in einem Briefe an den Herrn van Mons, (*Annales de Chimie*, N. 87, p. 326,) beschreibt. Er goſs auf zwei Unzen sehr reinen *Alkohols* eben so viel Salpetersäure, und zwei Minuten nachher eben so viel Schwefelsäure, zu zwei verschiedenen Mahlen. Sogleich stieg ein weiſslicher Dampf auf, und darauf folgte eine eben so lebhafte Entzündung, als wenn man Salpetersäure auf Terpentinöhl gießt. Zugleich verbreitete sich

Läſst man dagegen Alkohol oder Aether durch eine glühende Glasröhre in ein mit Waſſer gefülltes Gefäſs ſteigen, ſo erhält man *zwei* von dieſem öhlerzeugenden Gas *verſchiedene Gasarten*, die ſich zwar nicht in der Art der Beſtandtheile, wohl aber in dem Verhältniſſe, worin dieſe in der Miſchung

ein rother Dampf von Salpeterſäure, und ein ſehr ſtarker Dampf, der ſich bei der Kälte der Atmoſphäre verdichtete, und dieſer letztere erfüllte das Laboratorium mit einem ſehr angenehmen Wohlgeruche wie Aether. — Dieſer Verſuch wurde in verſchloſſenen Gefäſsen wiederholt. Brugnatelli goſs in eine Retorte zwei Unzen ſehr reinen *Alkohols* und eben ſo viel Salpeterſäure, verband mit der Retorte zwei ſehr weite Recipienten, die mit einander zuſammen hingen und in Tücher mit kaltem Waſſer gehüllt wurden, ſo daſs ihre Temperatur bis auf 1° ſank, und brachte dann die Schwefelſäure mittelſt eines Trichters, der keine Luftblaſen heraus lieſs, in die Retorte. Es erfolgte ein ſehr lebhaftes Aufbrauſen und eine Entzündung, und nachher fand man im erſten Recipienten etwas vom Gemiſche aus der Retorte, das beim Aufbrauſen in dieſelbe hinüber gegangen war; im zweiten Recipienten hingegen Salpeter-Aether, über welchem ein grünliches, aromatiſch und ganz angenehm riechendes *Oehl* ſchwamm. *Schwefeläther* auf dieſelbe Art, wie hier der Alkohol behandelt, gab gleichfalls eine ſehr lebhafte Entzündung; und gieſst man *Schwefelſäure* auf Salpeter-Aether, ſo erfolgt ein ähnliches Aufbrauſen, als wenn man eine mineraliſche Säure zu kohlenſaurem Alkali ſchüttet. *d. H.*

vorkommen, vom vorigen unterſcheiden. Das aus dem *Alkohol* auf die angegebene Art entwickelte hat ein Gewicht von 0,436 der atmoſphäriſchen Luft, und brennt mit einer bläſſern Flamme, die mehr dem brennenden Alkohol als der Oehlflamme gleicht. Das aus dem *Aether* entbundene hat ein Gewicht von 0,709 der atmoſphäriſchen Luft, und brennt mit einer blauen und dichten Oehlflamme. Beide riechen unangenehm und trüben das Kalkwaſſer nicht; Waſſer, Säuren und Alkalien wirken darauf eben ſo wenig, als auf das Oehl erzeugende Gas; bei Vermiſchung mit oxygenirtem ſalzſauren Gas geben ſie aber weder *Oehl* noch *Kohlenſtoff*, nur wird ihr Umfang dadurch um $\frac{1}{7}$ verringert. Daſs indeſs beide Waſſerſtoff und Kohlenſtoff enthalten, beweiſen dieſelben Thatſachen, woraus die Amſterdammer Phyſiker auf die Gegenwart dieſer Stoffe im Oehl erzeugenden Gas ſchloſſen.

Als ſie Alkohol oder Aether durch eine thönerne Röhre, die in eine Glasröhre eingeſchloſſen und zugleich mit ihr glühend gemacht war, ſteigen lieſsen, oder durch eine glühende Glasröhre, worin Stückchen Pfeifenthon lagen, erhielten ſie das Oehl erzeugende Gas; ein Zeichen, daſs der Thon zur Bildung dieſes Gas weſentlich mit beiträgt. Daſſelbe erfolgte, als die Alkohol- und Aetherdämpfe in der glühenden Glasröhre über jeden der Beſtandtheile des Thons, Alaun oder Kieſelerde, einzeln fortgingen. Wurde aber die Glasröhre mit Kalk, oder Magneſia, oder vegetabiliſchem Alkali, oder Koh-

len, oder ſchwefelſaurem Kali gefüllt; ſo erhielt man die letztern Gasarten, woraus ſich kein Oehl bilden liefs; und dadurch, dafs man dieſe durch eine glühende Glasröhre über Thon, Alaun oder Kieſelerde trieb, liefs ſich ihnen nicht die Eigenſchaft, Oehl zu geben, beibringen. Alle in die Röhre gelegte Stoffe wurden ſchwarz gefärbt. Schwefel in der glühenden Glasröhre gab ſchwefelhaltiges Waſſerſtoffgas, nicht das Oehl erzeugende Gas.

Trieb man dieſes letztere durch eine glühende Glasröhre, ſo verlor es ſeine Eigenſchaft, mit oxygenirter Salzſäure Oehl zu erzeugen; dabei wurde aber die Glasröhre geſchwärzt und mit Tropfen empyreumatiſchen Oehls, ſo wie das Waſſer in der Vorlage mit einem ſchwarzen Ruſs bedeckt. Durch *Electriſiren* verlor das Oehl erzeugende Gas, (deſſen Umfang nach 600 Schlägen um $\frac{2}{5}$ vermehrt worden war,) die Eigenſchaft, Oehl zu bilden, ohne dafs dabei Kohlenſtoff wäre niedergeſchlagen worden.

Um das Verhältniſs zu entdecken, nach welchem die Beſtandtheile in den drei verſchiedenen Arten von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas, die ſie aus Alkohol und Aether entwickelt hatten, gemiſcht ſind, füllten die Amſterdammer Phyſiker zu jeder dieſer Gasarten in einem langen Glaſe oder einer weiten, an einem Ende zugeſchmolzenen Glasröhre mehr Sauerſtoffgas, als nöthig war, um ſie gänzlich zu verbrennen, ſperrten das Gemiſch mit

Queckſilber, entzündeten es durch electriſche Funken, und beſtimmten dann ſorgfältig die dadurch bewirkte Raumsverminderung. Dieſe gab den Antheil von Waſſerſtoff in den unterſuchten Gasarten. Die Menge des dabei erzeugten kohlenſauren Gas wurde mittelſt Kalkwaſſer, das man über das Queckſilber hinein lieſs, aus der Gröſse des Niederſchlags beſtimmt. So fand ſich dann, daſs dieſe Gasarten 20 bis 26 Theile Waſſerſtoff und 80 bis 74 Theile Kohlenſtoff enthielten, und ſich in der Menge beider Beſtandtheile nur wenig von einander unterſchieden. Das Oehl erzeugende Gas gab den meiſten; das aus Alkohol in einer glühenden Glasröhre entwickelte Gas den wenigſten Kohlenſtoff.

„Hier ſind alſo drei verſchiedene Arten von brennbarer Luft, die alleſammt aus Alkohol und Aether, nur auf verſchiedenen Wegen entwickelt werden. Sie kommen darin überein, daſs ſie aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff zuſammengeſetzt, und alſo Arten von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas ſind, und auch im Verhältniſſe dieſer Beſtandtheile ſcheinen ſie ſich nur wenig von einander zu unterſcheiden. Ihr weſentlicher Unterſchied beruht aber auf ihrem ſpecifiſchen Gewichte, der Art, wie ſie brennen, ihrer Erzeugungsart, und darauf, daſs nur eine dieſer Gasarten mit oxygenirtem ſalzſauren Gas ſich zu Oehl verbindet, die andern nicht.“

„Wie entſteht aber bei dieſer Verbindung das Oehl? durch Hinzufügung von Sauerſtoff zum Oehl erzeugenden Gas, oder durch Entziehung von Waſ-

ſerſtoff? Wie kommt es, daſs die Alkohol- und Aetherdämpfe nur dann in ein Oehl erzeugendes Gas verwandelt werden, wenn ſie über Alaun, Kieſelerde und Thon, nicht auch, wenn ſie bloſs über Glas fortſteigen? Und beſteht der ganze Unterſchied der drei Gasarten nicht bloſs darin, daſs die eine mehr Wärmeſtoff als die andere enthält, daher denn auch die erſte ihre Eigenſchaft, Oehl zu geben, in dem Grade verliert, in welchem ihr Volumen durch Electriſiren vermehrt wird, ohne daſs ſich dabei Kohlenſtoff niederſchlägt?

* * *

Um über dieſe Fragen, womit die Amſterdammer Phyſiker den Bericht von ihren Verſuchen beſchlieſsen, mehr Licht zu verbreiten, ſetzten auf Antrieb der philomatiſchen Geſellſchaft zu Paris die Bürger Hecht und Vauquelin die Verſuche über das Oehl erzeugende Gas fort. Als ſie es durch eine glühende Porzellanröhre trieben, erhielten ſie Waſſerſtoffgas mit Kohlenſäure gemiſcht, und in einer Glasröhre, welche am Ende der Porzellanröhre ſaſs, ſetzte ſich viel Kohlenſtoff ab. Dieſe Verſchiedenheit der Wirkung mit der in einer glühenden Glasröhre, rührt wahrſcheinlich von dem höhern Grade von Hitze, der ſich der Porzellanröhre geben läſst, her. Wenn man das Oehl erzeugende Gas aller Kohlenſäure beraubt, und dann mit oxygenirtem ſalzſauren Gas vermiſcht, ſo entſteht kein Oehl. Durch Röhren über Alaun ge-

trieben, fetzt es feinen Kohlenſtoff an den Alaun ab. Das Aethergas brennt mit oxygenirtem ſalzſauren Gas, und bildet damit daſſelbe Oehl als das Oehl erzeugende Gas, welches eine groſse Analogie zwiſchen beiden beweiſ't. Vermuthlich unterſcheiden ſie ſich bloſs in der Menge von gebundenem Wärmeſtoff.

„Aus allen dieſen vergleichenden Verſuchen folgt," ſagt Fourcroy in ſeinem Berichte von dieſen Beobachtungen, „daſs das Oehl erzeugende Gas, welches viel dichter iſt und weniger gebundenen Wärmeſtoff enthält, als das kohlenhaltige Waſſerſtoffgas aus Alkohol oder Aether in glühenden Glasröhren entwickelt, lediglich kraft der gröſsern Nähe, worin die Molekülen deſſelben bei einander ſind, das Vermögen, Oehl zu bilden, beſitzt, und dieſes verliert, wenn die Partikelchen deſſelben durch eine gröſsere Menge von Wärmeſtoff weiter aus einander getrieben, und dadurch die Anziehungen der Wärmeſtoff- und Kohlenſtoff-Partikelchen auf einander geſchwächt werden. Durch jeden Proceſs, wodurch dieſes geſchieht, z. B. beim Durchgange durch glühende Röhren, oder bei heftigem Electriſiren, muſs folglich das Oehl erzeugende Gas in ein gewöhnliches kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas verwandelt werden, und die Prozeſſe, um aus Alkohol oder Aether Oehl erzeugendes Gas oder die beiden andern Gasarten zu erhalten, unterſcheiden ſich im Weſentlichen nur dadurch, daſs bei jenem weniger Wärmeſtoff mit in das Gas eingeht, Waſ-

ſerſtoff und Kohlenſtoff darin mehr concentrirt bleiben, und dadurch fähiger ſind, durch Hinzukommen von Sauerſtoff, (der in dem oxygenirten ſalzſauren Gas noch in gröſserer Dichtigkeit als in der Lebensluft vorhanden iſt,) Oehl zu bilden. Werden dagegen Alkohol oder Aether durch eine ſtärkere Anhäufung von Wärmeſtoff noch mehr zerſetzt, ihre Partikelchen noch weiter aus einander getrieben und dadurch ihre Anziehung geſchwächt, ſo gehen ſie mit dem Sauerſtoffe nicht ferner die Verbindung zu einem Oehle ein, indem dieſe Anziehung nur, wenn ſie in ihrer gröſsern Stärke iſt, dieſe Verbindung darzuſtellen vermag. Und ſo erklärt es ſich, wie das Oehl erzeugende Gas, indem es auf dieſe Art ſeine Eigenthümlichkeit verliert, ſein ſpecifiſches Gewicht von 0,909 bis auf 0,436 verändert.“

„Daſs Alaun, Kieſelerde oder Thon, nicht aber Glas, Kalk, Magneſia u. ſ. f., beim Durchgange von Alkohol- oder Aetherdämpfen durch glühende Röhren, über dieſe Stoffe, Oehl erzeugendes Gas gaben; das liegt ſicher nicht an dieſen Stoffen, ſondern höchſt wahrſcheinlich wurde in den erſtern Fällen, da man Oehl erzeugendes Gas erhielt, ſchwächeres Feuer, als in den letztern gegeben, (oder dieſe Stoffe ſelbſt ſind ſo beſchaffen, daſs bei gleichem Feuergrade die Wärme in der Röhre mit erſtern gefüllt, geringer iſt, als bei letztern.)“

Dieſe Verſuche verbreiten ein neues Licht über die *Bildung des Oehls*, und beſtätigen die Lehre

der neuern pneumatiſchen Chemie über die Beſtandtheile der vegetabiliſchen öhligen Stoffe. Wir ſehen hier ein Oehl, durch Vereinigung von Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und etwas Sauerſtoff entſtehen. Bei Vermiſchung des Oehl erzeugenden Gas, (d. h., des ſehr verdichteten kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas,) mit oxygenirter Salzſäure, bildet ſich ſogleich ein Oehl, gerade ſo, als wenn Holz oder ein anderer an ſich nicht öhliger Pflanzenſtoff in einer Retorte erhitzt wird. Wahrſcheinlich entwickelt ſich bei langſamen Brennen ſolcher Stoffe, aus denſelben das Oehl erzeugende oder ein ähnliches Gas, und dieſes in freier Luft mit verbrannt, ſetzt dabei ſeinen Ruſs oder Kohlenſtoff ab, wodurch das Holz geſchwärzt und die Rauchfänge, welche die elaſtiſchen Flüſſigkeiten abführen, mit Ruſs überzogen werden. Wenn man dagegen Holz, Pflanzenſchleime u. ſ. w. ſchneller und ſtärker erhitzt, ſo geben ſie in verſchloſſenen Gefäſsen weniger Oehl, mehr Kohlenſtoff und Kohlenſäure, und in freier Luft zeigt ſich eine ſtärkere Flamme, wobei weniger Kohlenſtoff oder Ruſs abgeſetzt wird. Wahrſcheinlich wird im erſtern Falle das Oehl erzeugende Gas, im letztern das gewöhnliche kohlenhaltige Waſſerſtoffgas entwickelt.“ *)

*) „Hierbei“, ſagt Nicholſon, „fällt mir eine Beobachtung ein, die ich ſchon vor mehrern Jahren beim Brennen von Alkohol in einer Argandſchen Lampe gemacht habe. Dabei unterſcheidet ſich nicht nur der innere und der äuſsere Theil der

„Wir ſind alſo auf dem Wege, Oehl durch Kunſt zuſammenzuſetzen. Dazu ſcheint nur noch eine Methode zu fehlen, ohne Beihülfe eines Pflanzenſtoffs, das dichteſte kohlenhaltige Waſſerſtoffgas von 0,909 ſpecifiſchem Gewicht zu erhalten; welches man vielleicht aus den an Kohlenſtoff reichen Mineralien zu entbinden vermag, z. B. aus manchen Stahlarten, aus denen ſich, wenn ſie in einer Säure aufgelöſt werden, bei der Zerſetzung des Waſſers, die ſie befördern, kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas entwickelt. Dieſes verdient alle Aufmerkſamkeit der Chemiſten, da es uns einen Schritt weiter in die Kenntniſs der Pflanzen, und beſonders in die Bildung des Oehls, bringen würde.“

Flamme auffallend von einander, (auf eine ähnliche Art wie beim Phosphor und Schwefel die Flamme zu Anfang und in der Mitte des Verbrennens,) ſondern bei ungehindertem Luftzuge durch die Mitte der Flamme brennt der Alkohol, wie gewöhnlich, mit einer ſchwachen, bläulichen Flamme. Verſchlieſst man aber die Oeffnung für dieſen Luftzug allmählig mit der Hand, ſo wird die Flamme immer heller und heller, gleich der Flamme des Oehls, bis die Oeffnung ſo weit verſchloſſen iſt, daſs das Verbrennen, wegen Mangels an Luft, abnimmt. Bei einer gehörigen Oeffnung brennt der Alkohol immerfort mit einer hellen, äuſserlich weiſsen Flamme. Wahrſcheinlich iſt dann die Temperatur gerade ſo, daſs ſich das Oehl erzeugende Gas entwickelt.“

„Die ſinnreichen Verſuche der Amſterdammer Phyſiker gehören zu den wenigen, welche neue Ausſichten in die Phyſik öffnen, und ihnen gebührt neben den Entdeckungen, die wir ſchon dieſen Naturforſchern verdanken, über die Zerſetzung und Zuſammenſetzung des Waſſers durchs Electriſiren, über die alkaliſchen und metalliſchen Schwefel u. ſ. f., ein vorzüglicher Rang in der pneumatiſchen Chemie, auf deren Vervollkommnung dieſe Phyſiker ihre Bemühungen vorzüglich gerichtet haben.“

VII.

BESCHREIBUNG

eines ſehr einfachen Apparats, um die Produkte beim Verbrennen der Oehle zu unterſuchen;

von

Herrn D. VAN MARUM
in Haarlem. *)

Der Apparat zum Verbrennen der Oehle, welchen Lavoiſier in ſeiner Chemie beſchrieben und abgebildet hat, blieb, ob ich gleich den Theil, worin das Verbrennen vor ſich geht, und die Gazometer beträchtlich vereinfachte, doch noch zu ſehr zuſammengeſetzt, nahm allzu viel Raum ein, und wurde durch die Menge und die Vereinigung ſeiner Theile zu beſchwerlich, als daſs man ihn in chemiſchen Vorleſungen hätte brauchen können. Ich ſann daher auf ein anderes einfacheres Mittel, wodurch ſich zeigen lieſse, daſs beim Verbrennen der Lampenöhle Waſſer und Kohlenſäure entſteht, um daraus auf die Beſtandtheile der Oehle ſchlieſsen zu können.

Zu

*) *Deſcription de quelques Appareils chimiques de la Fond. Teylerienne par* VAN MARUM. Haarlem 1798, p. 63—66.

Zu dem Ende entwickelte ich aus dem gewöhnlichen Lampenöhle Waſſerſtoffgas, welches, wie bekannt, der einzige Stoff iſt, welcher beim Verbrennen des Oehls die Flamme bildet. Dieſes Gas erhält man ſehr ſchnell, wenn man das Oehl mit gebranntem Kalke miſcht und dann ſtark Feuer giebt. Das entbundene Gas wurde in einen der Gasmeſſer gebracht, welche in Gren's *Journale der Phyſik*, Band 6, Tafel 1, abgebildet ſind, und in dem damit verbundenen, durch Queckſilber geſperrten Ballon mit Sauerſtoffgas verbrannt. Sobald das Verbrennen angefangen hat, überzieht ſich das Innere des Ballons mit einem Dunſte, der immer zunimmt, tropfenweiſe herabrinnt, und ſich im Halſe des Ballons anſammelt, wo man bald eine Waſſerſchicht über dem Queckſilber erblickt. Nach einer Viertelſtunde wird die Flamme allmählig ſchwächer und verliſcht.

Um die Beſchaffenheit dieſes Gas, in welchem das Waſſerſtoffgas verliſcht, zu unterſuchen, brachte ich in den Ballon einige Flüſſigkeiten durch Hülfe der Vorrichtung, welche Taf. III, Fig. 7, abgebildet iſt. Man gieſst die Flüſſigkeit in die Glasröhre *aa*, welche unten mittelſt des Hahns *b* verſchloſſen, und in einen hölzernen Arm befeſtigt iſt, der an das Geſtell des Gazometers feſt geſchroben wird. An den Hahn iſt auf die gewöhnliche Art eine gekrümmte Glasröhre *cd* angeſchraubt, deren

Schenkel *d* im Ballon neben den beiden Glasröhren der Gazometer ſteht, durch die das aus dem Oehle erzeugte Gas und das Sauerſtoffgas dem Ballon zugeführt werden. Durch Hülfe dieſer Röhren bringe ich zuerſt $\frac{1}{4}$ Maaſs Kalkwaſſer in den Ballon, das ſich ſogleich trübt. Dann füge ich flüſſiges Kali hinzu, welches ſorgfältig von aller Luftſäure befreiet iſt: und ſogleich ſteigt das Queckſilber in den Ballon hinauf; ein Zeichen, daſs das Kali viel von der Luft verſchluckt. Man ſieht daraus, daſs Sauerſtoffgas, in welchem das aus dem Oehle entwickelte Waſſerſtoffgas verbrennt, dadurch groſsen Theils in Luftſäure verwandelt wird, daſs folglich die brennbare Luft, die ſich aus Oehl entwickeln läſst, kohlenhaltiges Waſſerſtoffgas iſt, welches durch Verbindung ſeines Kohlenſtoffs mit Sauerſtoff die Luftſäure erzeugt.

Durch denſelben Apparat laſſen ſich auf eine bequeme Art die Antheile von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff im kohlenhaltigen Waſſerſtoffgas beſtimmen, wenn man die Luft miſst, die übrig bleibt, nachdem das ätzende Kali alle Luftſäure verſchluckt hat. Denn da die Menge von Kohlenſtoff im kohlenſauren Gas bekannt iſt; ſo findet man daraus den Antheil von Kohlenſtoff in der verbrannten Menge von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas. Und das würde beſonders für den von groſsem Nutzen ſeyn, der nach Beddo's Methode die

Lungenſchwindſucht durch das Einathmen von kohlenhaltigem Waſſerſtoffgas kuriren wollte; da es wohl möglich wäre, daſs die glückliche Kur einiger ſolcher Fälle, und das Miſsglücken in andern, zum Theile von dem veränderlichen Verhältniſſe, worin in dieſer Luftart Kohlenſtoff und Waſſerſtoff zu einander ſtehen, herrühren könnte.

VIII.

Neue Verſuche der Geſellſchaft Amſterdammer Phyſiker, über die vorgebliche Verwandlung des Waſſers in Stickgas.

(Zu Seite 132 dieſes Stücks der Annalen.)

Da wir durch unſre Verſuche, ſagen dieſe Naturforſcher, *) die Meinung Wieglebs über die Verwandlung des Waſſers in Stickgas hinlänglich widerlegt zu haben glaubten, indem ſie bewieſen, daſs das Stickgas, welches ſich beim Durchgange von Waſſerdämpfen durch glühende irdene oder Glasröhren zeigt, lediglich dem Eindringen der äuſsern Luft zuzuſchreiben iſt, und daſs bei Apparaten, die für die atmoſphäriſche Luft undurchdringlich ſind, unter dieſen Umſtänden kein Stickgas zu finden iſt; ſo verwunderten wir uns nicht wenig, in den Annalen der Chemie des Herrn von Crell einen Aufſatz des Profeſſors Wurzer zu Bonn über die ſcheinbare Baſis des Stickgas zu finden, worin dieſer geſchickte Chemiſt zu beweiſen ſucht, daſs das Waſſer, wenn es in geringer Menge plötzlich der Glühhitze ausgeſetzt wird, ſich in Stickgas verwandelt. Da es nämlich bekannt iſt, daſs glühendes Kupfer auf keinen der beiden Be-

*) Im Auszuge aus den *Annales de Chimie*, Nro. 87, p. 225-236.

ſtandtheile des Waſſers wirkt, ſo nahm Wurzer zwei Halbkugeln aus Kupfer, die in einander paſsten und mit einem Eiſendrahte zuſammengehalten wurden, und in deren eine zwei Röhren, eine zum Hineintröpfeln des Waſſers, die andere zum Abführen des erzeugten Gas unter den chemiſch-pneumatiſchen Apparat, eingekittet waren. Die Halbkugeln wurden glühend gemacht, und von 26 Kubikzoll Gas, die ſich auf dieſe Art bildeten, verſchluckte Kalkwaſſer 2 Kubikzoll, die 24 übrigen waren Stickgas.

Da wir bei unſern vorigen Verſuchen öfters Waſſerdämpfe durch ſehr enge, nur 2 Linien dicke, glühende Kupferröhren, getrieben hatten, ohne dadurch das mindeſte Gas zu erzeugen; ſo fiel uns dieſes Reſultat nicht wenig auf, und lieſs uns einen Fehler in dem Apparate vermuthen. Denn daſs ein Mahl liquides, das andere Mahl dampfförmiges Waſſer mit dem glühenden Kupfer in Berührung kam, konnte offenbar dieſen Unterſchied nicht bewirken; auch waren unſre Röhren ſo enge als möglich. Um indeſs alle Zweifel in dieſer Materie zu heben, lieſsen wir den Wurzerſchen Apparat einigermaſsen aus einem Stücke nachahmen. In eine Kugel aus gegoſſenem Kupfer, 4 Zoll im Durchmeſſer, wurden 2 Kupferröhren mit einem ſchwer ſchmelzbaren Lothe eingelöthet, und an die für das Waſſer beſtimmte ein kleiner kupferner Trichter angelöthet, der ſich unten ſo verengerte, daſs er nur einzelne Waſſertropfen hindurch

liefs. Nachdem die Kugel zum Glühen gebracht war, liefsen wir einige Waſſertropfen hineinfallen. Augenblicklich drangen unter dem pneumatiſchen Apparate aus der zweiten Röhre Waſſerdämpfe mit Luft vermiſcht hervor, doch nahm die Luftmenge bei jedem der folgenden Tropfen ab. Bei der Unterſuchung derſelben fand ſich, dafs es atmoſphäriſche Luft war, welche durch die Ausdehnung der plötzlich entſtehenden Waſſerdämpfe mit zur Kugel hinaus getrieben wurde. Dieſe bei einer Weifsglühehitze während einiger Minuten aufgefangene atmoſphäriſche Luft, nahm keinen Kubikzoll ein. Von einer Entbindung von Stickgas zeigte ſich keine Spur; und es bleibt daher wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs der Wurzerſche Apparat, der zu ſchlecht gegen das Eindringen der atmoſphäriſchen Luft verwahrt war, das Stickgas nicht aus dem Waſſer entwickelte, ſondern aus der Atmoſphäre zugeführt erhielt. Dieſes beweiſet auch der Antheil von kohlenſaurem Gas, welchen Wurzer fand, und der ſich auf keinen Fall aus dem Waſſer entbinden konnte, ſondern ſeinen Urſprung dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre verdankte, welcher beim Eindringen in die Kugel durch den Kütt, der in der Hitze nur allzu leicht Riſſe erhält, mit Kohlenſtoff aus dem Ofen ſich geſchwängert hatte.

IX.

Ueber den Rückſchlag

vom

Profeſſor Egidius Heller

in Fulda.

Die bekannten Entdeckungen über den Rückſchlag, von Lord Mahon, ſind zu ſchön, als daſs ſie nicht bei jedem Phyſiker den Wunſch rege machen ſollten, ſie zu wiederholen. Herr Hube ſchlägt hierzu eine Kleiſtiſche-Flaſche vor; allein das giebt nur Verſuche, die klein ausfallen und nicht inſtructiv genug werden, und Mahon's Apparat iſt eben auch nicht wohlfeil. Mir hat der bloſse Zufall die Gelegenheit in die Hände geſpielt, die Phänomene dieſes Rückſchlages ſehr deutlich darzuſtellen, und ich bin ſeit einigen Jahren damit beſchäftigt geweſen, wenn ich in meinem Vortrage an dieſe Materie kam. Ich brauche hierzu nichts, als eine Electrifirmaſchine und eine iſolirte Wetterſtange, *) eben dieſelbe, womit ich die atmoſphäriſche

*) Dieſe Maſchine ſollte billig einen beſondern Namen bekommen, weil ſie es verdient, und um ſie auszuzeichnen. Hemmer's Name: Blitzfänger, iſt offenbar lächerlich, Gehler ſagt nur, ſonderbar. Irgendwo habe ich den Namen: Fulguroſkop, geleſen, allein man ſchämt ſich faſt dieſes Baſtardwortes. Warum nicht lieber rein weg: Keraunoſkop? *d. Verf.*

Electricität unterſucht, und die ich im 4ten Bande des *neuen Journals der Phyſik* beſchrieben habe.*) In Gehler's Wörterbuche, 5. Th., S. 308, iſt die Beſchreibung, und auf Taf. XXVIII, Fig. 9, ſo wie hier Taf. IV, Fig. 1, die Abbildung dieſer Maſchine zu ſehen. Es iſt gut, an ihr zwei Theile zu unterſcheiden: *Erſtens*, die Auffangeſtange *ABCDE*, ich will ſie den *Einleiter* nennen; *) an der Querſtange *VM* ſind zwei Kugeln, *V* will ich die Kugel des *Einleiters* nennen. *Zweitens*, die Stange, die von *S* aus in den Erdboden geht; *S* nenne ich die Kugel des *Ableiters*. Die Kugeln *S* und *V* können näher und weiter verrückt werden.

Nun iſt die Einrichtung in unſerm Kabinette ſo getroffen, daſs die Electriſirmaſchine etwas nahe an vorbenannter Maſchine ſteht, ſo daſs der eine der obern Conductoren etwa nur 18 Zoll vom Einleiter, und zwar von dem Theile *DE*, der ins Kabinett hinein geht, entfernt iſt. Offenbar ſteht alſo dieſer Theil des Einleiters in dem Wirkungskreiſe

*) Bei des Abt Hemmer's Apparate war *A* eine 30 Schuh lange eiſerne Stange, die auf einer ſtarken Glasſäule ſtand, und *BCDE* beſtand aus iſolirten eiſernen Stäben, ½ Zoll dick, die von aufsen an dem Gebäude herab und durch einen Fenſterrahmen in das Kabinett gingen, worin ſich die eiſerne Querſtange *VM* befand. Dieſe endigte ſich in zwei Kugeln. Von ihrer Mitte herab hing ein electriſches Glockenſpiel *F*, und an der einen Kugel ein Electrometer *R* aus Korkkügelchen. *d. H.*

der Electrifirmaſchine. Von dem Reibezeuge herab hänge ich eine metallene Kette an den Ableiter, um das nachzumachen, was die ältern Schriftſteller Bodendraht nannten. Als dies einmahl ſo vorgerichtet war, und aus dem Conductor der Electrifirmaſchine die Funken ſchnell ausgezogen wurden, fuhren unvermuthet zwiſchen den Kugeln des Ein- und Ableiters eben ſo raſche Funken, die unſre ganze Aufmerkſamkeit auf ſich zogen. Ich würde ohne dieſen Zufall wahrſcheinlich niemahls auf den Gedanken gerathen ſeyn, mir den Rückſchlag ſo wohlfeil zu machen, als ich ſolchergeſtalt dazu gekommen bin. Vielleicht macht eine Anzeige hiervon denjenigen Phyſikern, die dergleichen Maſchinen beſitzen, eben ſo viel Vergnügen, als uns.

Die Bedingungen hierbei ſind, daſs die Electrifirmaſchine die gröſste Wirkung thue, die ſie nur thun kann. *) Bei einer etwas ungünſtigern Witterung, oder wenn die Electrifirmaſchine aus was immer für einer Urſache nicht zum beſten geht, finde ich es vortheilhaft, unter das vordere Ende des Conductors eine Kugel in die paſſende Schlagweite zu ſtellen, einen Draht an ſie zu befeſtigen, und dieſen mit demjenigen Drahte zu verbinden, der vom Reibezeuge herabgeht; ſodann die Kugeln des Ein- und Ausleiters einander etwas näher zu rü-

*) Die groſse Teylerſche Maſchine müſste hierin treffliche Wirkung thun. Sollte ſich Herr van Marum nicht hierzu entſchlieſsen? Ob es der Mühe werth wäre? Warum nicht? *d. Verf.*

eken, als vorher, da kein Rückſchlag erfolgen wollte. Da die beiden Theile unſrer Maſchine, der Ein- und Ausleiter, bei uns ſehr maſſiv und ausgedehnt ſind, ſo wird von dieſer Seite her nichts vermiſst, was als Bedingung zu einem kräftigen Rückſchlage erforderlich iſt. — Folgende Verſuche werden alles deutlicher machen.

Erſter Verſuch. Iſt eine Kette mit ihrem einen Ende am Reibezeuge, mit dem andern an die Kugel des Ableiters *S* befeſtigt, und man berührt, auf einem Iſolirſchemel ſtehend, zugleich mit der einen Hand die Kugel *S*, und mit der andern die Kugel *V* des Einleiters, ſo bekommt man eine ſehr unangenehme Erſchütterung, wie aus einer Flaſche, ſo oft der Conductor der Electriſirmaſchine einen Funken losſchlägt. Ich habe dies ſchon rüſtige, mit Flüſſen behaftete Perſonen verſuchen laſſen, die aber immer über das Unbehagliche der Empfindung klagten, wenn die Electriſirmaſchine ſehr ſtark ging.

Zweiter Verſuch. Mit dem nämlichen Erfolge ging dieſer Erſchütterungsſchlag durch eine Kette von 24 Perſonen, wenn auch niemand iſolirt war, ja, wenn die beiden Kugeln bis auf 12 Zoll Abſtand von einander gebracht wurden. Die Kraft des Schlages ſchien mit der Vergröſserung des Abſtandes zu wachſen.

Dritter Verſuch. Der vorige Erfolg hat ſtatt, wenn man die ans Reibezeug befeſtigte Kette an die Kugel des Einleiters hängt.

Vierter Verſuch. An die Kugel des Einleiters ſowohl als an die des Ableiters, wurde ein kleines linnenes Fädchen geklebt. Beide Fäden hoben ſich gegen einander, wenn ein Funke zwiſchen beiden Kugeln überſprang.

Fünfter Verſuch. Der Knopf einer Kleiſtiſchen Flaſche wurde zwiſchen die beiden vorbenannten Kugeln gehalten. So oft ein Rückſchlag erfolgte, ſah man zu *beiden Seiten* des Flaſchenknopfs Strahlen oder Funken, deren Richtung ſich freilich nicht ſehen läſst. Die Flaſche wird aber keinesweges geladen, ſo daſs man etwa beim Entladen wieder einen Funken erwarten dürfte, ſelbſt dann nicht, wenn der Rückſchlag einige Mahle durchpaſſirt iſt, ſo klein die Flaſche auch ſeyn mag.

Da aber dennoch die innere Belegung der Flaſche bei dieſem Verſuche nicht geradezu im Wirkungskreiſe der Electriſirmaſchine ſtand, ſo ſchien ſie ein dienliches Mittel zu ſeyn, zu unterſuchen, von was für einer Art der jedes Mahl zwiſchen den beiden Kugeln überſpringende Funke wäre, poſitiv oder negativ, falls ſie nur ein wenig afficirt würde: denn das konnte und muſste ſie doch wohl immer werden, wenn auch nicht ſo ſehr, daſs beim Appliciren eines gewöhnlichen Ausladers ein Funke ſichtbar würde. Zu dieſem Behufe wurde folgender Verſuch angeſtellt, und mehrere Mahl, in zwei Jahren, wiederholt.

Sechster Verſuch. Erſter Fall: Die ans F
zeug befeſtigte Kette hänge am *Ableiter*, in m
Sinne genommen, oder, kürzer, an *S.*

a. Die Flaſche zwiſchen den Kugeln des
und Ableiters gehalten, ohne jedoch eine d
ben zu berühren, bekommt rechts und links a
rem Knopfe Funken. Den Flaſchenknopf a
mittlere Zinnplatte des Cavallo'ſchen Mikroele
ſkops gehalten und die Flügel zurückgeſchl
zeigt ſich's, daſs die innere Belegung der Fl
+ *E* bekommen hat.

b. Es muſste aber auch meine Abſicht ſeyn,
jeder der beiden Kugeln Funken oder Funkch
die Flaſche zu bekommen, um ſie auf das v
nannte Mikroelectroſkop, (Collector,) zu p
ren; z. B. von der Kugel des *Einleiters*. In di
Falle muſste die Kugel des Ableiters wenig
2 bis 3 Zoll von jener Kugel entfernt werden,
noch bekommt alsdann die Flaſche ſchwache
ken. Hält man aber mit einer Hand die Fla
nahe an die Kugel des Einleiters und faſst den
leiter mit der andern Hand an, ſo bekommt
Flaſche ſtärkere Funken, und zwar — *E.*

c. Hält man den Knopf der Flaſche nahe an
Kugel des *Ableiters*, nachdem die des Einlei
ebenfalls 2 bis 3 Zoll weit von jener entfernt v
den, ſo bekommt die Flaſche ohne weitere
richtung gute Funken, + *E.*

Zweiter Fall: Die ans Reibezeug befeſtigte Kette hänge am Einleiter.

a. Die Flaſche zwiſchen den beiden Kugeln gehalten, ohne eine zu berühren, bekommt, ſo oft ein Rückſchlag erfolgt, am Knopfe rechts und links Funken, und zwar + *E*.

b. Die Flaſche nahe an die Kugel des Einleiters gehalten, nachdem zuvor die Kugel des Ableiters 2 bis 3 Zoll entfernt worden, bekommt gute Funken, + *E*.

c. Die Flaſche nahe an die Kugel des Ableiters gehalten, nachdem zuvor die Kugel des Einleiters einige Zoll weggeſchoben worden, bekommt — *E*.

X.

BESCHREIBUNG

eines Areometers von ganz neuer Einrichtung, erfunden

von

Herrn SAY,

Ingenieur-Hauptmann. *)

Dieſes Inſtrument unterſcheidet ſich durch die Art, wie damit das ſpecifiſche Gewicht der Körper beſtimmt wird, von allen übrigen weſentlich. Man bringt dabei den abzuwägenden Körper mit keiner tropfbaren Flüſſigkeit in Berührung, welches bei allen übrigen Areometern geſchehen muſs, um dadurch das Gewicht eines mit dem Körper gleichen Volumens der Flüſſigkeit zu finden, und erhält dadurch den Vortheil, viele Stoffe, die bei ſolchen Berührungen verändert werden würden, mit Leichtigkeit zu behandeln. Die Stelle einer ſolchen Flüſſigkeit vertritt hier die Luft, und das Weſentliche der Einrichtung beruht darauf, das Volumen eines Körpers mittelſt der Luftmaſſe, die er aus der Stelle drückt, zu meſſen.

Dieſes neue Areometer iſt Tafel IV, Figur 2, abgebildet. Es beſteht aus einem weitern cylindriſchen Gefäſse *A*, worauf ein Deckel

*) Zuſammengezogen aus den *Annales de Chimie*, An V, N. 67, p. 1 — 27.

aus Spiegelglas, *M*, genau paſst, und aus einer dünnen Röhre *B*, die man von ſo gleichem Durchmeſſer, wie nur immer möglich, ausſuchen muſs. Der Rand des weitern Gefäſses iſt abgeſchliffen, damit es ſich durch den Deckel, wenn er dünn mit Fett überzogen wird, luftdicht verſchlieſsen laſſe. Auf die Röhre iſt in ihrer ganzen Länge eine doppelte Scale aufgeklebt. Die eine zeigt gleiche Abſchnitte der ganzen Röhre; die andere, die durch Verſuche gefundene Capacität nach einem gewiſſen Maaſse der Röhre bis zu jeder Höhe. Die letztere wäre überflüſſig, wenn man eine durchaus gleichförmige Röhre haben könnte.

Beim Gebrauche verſenkt man das Inſtrument, bis auf beſtimmte Höhen dieſer Scalen, in das cylindriſche Gefäſs *R*, (Fig. 4,) welches unter dem kleinen Gerüſte *F* ſteht und mit Queckſilber gefüllt iſt. Das Inſtrument ſelbſt hängt an einer Schnur, welche über die Rolle *H* des Gerüſtes geſchlagen wird. Ehe man es mit der Deckplatte *M* verſchlieſst, läſst man es bis zum Punkte *C*, (Fig. 3,) in das Queckſilber hinab, welches dann auch in der Röhre bis dahin ſteigt. Darauf deckt man das weitere Becken *NN* mit der Deckplatte *M* luftdicht zu, da dann die darin eingeſchloſſene atmoſphäriſche Luft vom jedesmahligen Gewichte der Atmoſphäre zuſammengedrückt wird. Dieſen Druck miſst, wie bekannt, die Barometerhöhe, die ich mit *m* bezeichnen will. Hierauf zieht man das Inſtrument an der Schnur bis zum Punkte *E* der Röhre in die Höhe,

Da das Gefäfs luftdicht verfchloffen ift, fo finkt das Queckfilber in der Röhre nicht bis E, d. h., bis zur Fläche des übrigen Queckfilbers, hinab, fondern nur bis D, und diefe Queckfilberfäule DE, welche durch die gleichtheilige Scale an der Röhre gemeffen wird, giebt an, um wie viel die in dem Inftrumente eingefchloffene verdünnte Luft fchwächer als die atmofphärifche drückt. Die Luft im Innern des Inftruments hat fich um den Inhalt der Röhre von C bis D ausgedehnt; diefer Raum CD, den ich mit v bezeichnen will, wird durch die zweite Scale gemeffen.

Nach dem Mariottifchen Gefetze verhält fich aber das Volumen einer luftförmigen Flüffigkeit umgekehrt, wie die fie zufammendrückenden Kräfte. Ift daher x das Volumen der Luft in der erften Lage des Inftruments, da das Queckfilber bis C ftand; fo verhält fich x zu $x + v$, (dem Volumen der Luft in der zweiten Stellung des Inftruments, da es bis E aus dem Queckfilber heraus gezogen ift,) verkehrt wie $m : m - DE$, oder, wenn $DE = b$ gefetzt wird, wie $m - b : m$. Alfo wäre $x + v = \frac{mx}{m-b}$, und daher $v = \frac{bx}{m-b}$, und $x = \frac{(m-b)v}{b}$.

Mit Worten ausgedruckt, heifst das: Um den Inhalt des Gefäfses bis zum Punkte C zu finden, (x,) multiplicire man den nach einem bekannten Körpermaafse ausgedruckten Inhalt der Röhre von C bis zum Punkte D, wo das Queckfilber in der zweiten Stellung ftehen

hen blieb, $(v,)$ mit dem Unterſchiede zwiſchen r Höhe des Queckſilbers $DE = b$ in der zwei- n Stellung und dem jedesmahligen Barometer- nde, $(m,)$ und dividire dieſes Produkt durch die öhe des Queckſilbers DE.

Hat man auf dieſe Art das Volumen der Luft im efäſse bei einer darin ſtehenden Einſetzſchale L, Fig. 2,) gefunden, ſo braucht man nur bei jeder nterſuchung des ſpecifiſchen Gewichts eines Kör- ers, den Körper in die Schale zu legen, das In- trument wiederum in der Lage 1, Fig. 3, luftdicht u verſchlieſsen, und wenn man es in die Lage 2 ebracht hat, nach der angegebenen Formel den nhalt an Luft, der in der erſten Lage im Gefäſse ar, zu berechnen, (für welchen zweiten Fall die eſtrichenen Buchſtaben gehören mögen:) ſo iſt in ieſem Falle das Volumen der Luft um das Volu- en des hineingelegten Körpers, im Vergleiche mit em erſten Falle, vermindert worden. Folglich iſt as Volumen des hineingelegten Körpers $V = x - \frac{(m' - b')\, v'}{b'}$.

Es wird alſo mit dieſem Areometer nur eine inzige Operation erfordert, um das Volumen des örpers zu finden; doch tritt dabei die Unbequem- chkeit ein, daſs zur jedesmahligen Beſtimmung on m' ein Barometer in der Nähe ſeyn muſs. Man ann indeſs dieſer Beſtimmung des Werths von m'

durch eine doppelte Operation entübrigt bleiben. Zieht man nämlich das Inſtrument noch bis zu einem von E verſchiednen Punkte E' in die Höhe, ſo daſs das Queckſilber auch bei einem von D verſchiedenen Punkte D' in der Röhre ſtehen bleibt, ſo erhält man, (ſofern die Veränderung des Barometers in der Zwiſchenzeit beider Beobachtungen gleich Null geſetzt wird,) für x' zwei verſchiedene Werthe: $x' = \frac{(m' - b)\,v'}{b'}$ und $x' = \frac{(m'' - b'')\,v''}{b''}$. Folglich läſst ſich m' aus ihnen fortſchaffen, indem man nämlich die erſte Gleichung mit $\frac{v''}{b''}$ und die andere mit $\frac{v'}{b'}$ multiplicirt und beide von einander abzieht. Das giebt $\frac{(v''b' - v'b'')\,x'}{b' \cdot b''} = \frac{v'v''(b'' - b')}{b' \cdot b''}$, mithin $x' = \frac{v'v''(b'' - b')}{v''b' - v'b''}$. Da aber dieſe Formel ſehr zuſammengeſetzt iſt, ſo rathe ich nicht, ſie zu gebrauchen. Um b und v in der andern Formel $x = \frac{(m - b)\,v}{b}$ mit Genauigkeit zu finden, wird es gut ſeyn, mehrere Beobachtungen in verſchiedenen Höhen zu machen, damit, wenn ſie verſchieden ausfallen, von allen das Mittel genommen werden kann.

Ich wende mich jetzt zu den Fehlern, die im Reſultate aus den unvermeidlichen Fehlern in den

einzelnen dazu erforderlichen Beobachtungen entſtehen müſſen. Nennen wir μ den gröſsten Fehler in der Beobachtung der Barometerhöhe m, ferner β den gröſsten Fehler in der Beobachtung der Queckſilberhöhe b in der Röhre EC, und φ den gröſsten Fehler in der Beobachtung des Inhalts v der Röhre von C bis D: ſo iſt der gröſste Werth von $x = \frac{(m + \mu - b + \beta)(v + \varphi)}{b - \beta}$, und der kleinſte Werth von $x = \frac{(m - \mu - b - \beta)(v - \varphi)}{b + \beta}$, *) woraus ſich die Genauigkeit der Beſtimmungen ſpecifiſcher Gewichte ergiebt, die auf Abwägungen in dieſem Inſtrumente beruhen. **) Da hier das Vo-

*) Ich übergehe hier eine weitläufige Anmerkung des Verfaſſers über die allgemeine Auflöſung, die Grenzen der Fehler in gewiſſen Fällen zu finden, da ſie für den Analyſten nichts Neues, für den Phyſiker nichts Brauchbares enthält. *A.*

**) Say nimmt an, man könne in der Beſtimmung der Queckſilberhöhen etwa um $\frac{1}{25}$ſtel Linie, und in der Beobachtung des Inhalts der Röhre CD etwa um $\frac{1}{20}$ſtel Kubiklinie fehlen. Geſetzt nun, bei einem Verſuche habe das Barometer 28 Zoll oder 336 Linien hoch geſtanden, und die Queckſilberſäule DE habe 26,6 Linien, der Inhalt des Stücks CD aber 18,5 Kubiklinien betragen; ſo iſt nach der Formel $x = \frac{(m - b)v}{b}$, das Volumen der Luft

lumen v des Inſtruments im Multiplicator, und δ, d. h., die Queckſilberhöhe DE, im Diviſor vorkommt; ſo ſieht man, daſs das Areometer an Zuverläſſigkeit gewinnen wird, wenn man die Kapſel NN ſo klein und die Röhre B ſo enge als möglich

maſſe, welche in der erſten Lage im Inſtrumente war, $\frac{309,4}{26,6} \cdot 18,5 = 215,2$ Kubiklinien. Nachdem man den abzuwägenden Körper in das Inſtrument gelegt hat, betrage DE 29,6 Linien und CD jetzt nur 17,4 Kubiklinien; ſo iſt für dieſen Fall die Luftmaſſe im Gefäſse $x' = \frac{306,4}{29,6} \cdot 17,4 = 180,11$ Kubiklinien. Alſo beträgt das Volumen des hineingelegten Körpers 35,1 Kubiklinien. Betragen nun die gröſsten Fehler bei den Beobachtungen für x' nicht mehr als Say annimmt, ſo würden die Grenzen für $x' = \frac{(306,4 \pm \frac{2}{20})}{29,6 \mp \frac{1}{20}} \cdot (17,4 \pm \frac{1}{20})$, folglich 181 und 179,23 Kubiklinien, und der mögliche Fehler 1,77 Kubiklinien ſeyn. Rechnet man den möglichen Fehler für die Beſtimmung von x 1,85, ſo wäre der gröſste mögliche Fehler 3,62 Kubiklinien, auf einen Inhalt von 35,1 Kubiklinien. Allein dabei müſsten die ungünſtigſten Umſtände eintreten. Gewöhnlich compenſiren ſich einige Fehler; doch könnte man nicht auf eine gröſsere Genauigkeit als auf $\frac{1}{20}$ſtel des ganzen Volumens, mithin auch nur auf $\frac{1}{20}$ſtel des ſpecifiſchen Gewichts, rechnen. Und ſelbſt das möchte ſehr miſslich ſeyn, da man ſchwerlich den Stand des Queckſilbers bis auf $\frac{1}{20}$ſtel Linie mit Zuverläſſigkeit beſtimmen kann.

macht, ohne dafs ſie ſich jedoch dem Haarröhrchen nähere, damit die Queckſilberſäule *b* die gröſste mögliche Länge erhalte. Denn dann werden die Fehler, die aus unvermeidlichen Mängeln in den Beobachtungen entſtehen, am kleinſten ausfallen.

Berechnet man auf eine ähnliche Art die möglichen Fehler bei andern Areometern, ſo könnte man daraus die Genauigkeit dieſes Inſtruments mit den übrigen Areometern vergleichen. — Noch bemerke ich hier, dafs in Fig. 3, Taf. IV, das Queckſilbergefäſs nicht mit einem beſtimmten Boden gezeichnet ſeyn ſollte, da es tief genug ſeyn mufs, dafs die Röhre *C E* der erſten Lage ſich bis an *C* hinein verſenken laſſe. *d. H.*

XI.

ANWEISUNG

zum Gebrauche des Areometers von Say ohne Barometerbeobachtungen; allgemeiner Beweis des Mariottiſchen Geſetzes und Bemerkungen über dieſes Geſetz,

von

L. A. VON ARNIM.

Statt der vom Erfinder S. 234 angegebenen Methode, mit ſeinem Inſtrumente ſpecifiſche Gewicht ohne Beobachtung des Barometerſtandes zu beſtimmen, fiel mir eine andere ein, die in mehrere Rückſicht vortheilhafter zu ſeyn ſcheint. Der Inhalt des leeren Gefäſses AC, Figur 2, oder $x = \frac{(m - b)\, v}{b}$, iſt ein für alle Mahl gefunden. In der Gleichung, durch welche das Volumen des eingelegten Körpers beſtimmt wird: $V = x - \frac{(m' - b')\, v'}{b'}$, bedeutete m den Stand des Barometers zur Zeit der Beobachtung, und dieſer fehlt uns, wenn man nicht zugleich ein Barometer beobachtet. Um nun die jedesmahlige Barometerhöhe blos mittelſt des Sayſchen Areometers zu beſtimmen, ſenke man das Inſtrument nach der oben angeführten Art *leer* in das Queckſilbergefäſs, und ziehe es nach dem Verſchlieſsen heraus. Steht jetz-

das Queckſilber wieder an demſelben Punkte der Röhre bei D, wie bei den Verſuchen, wodurch der Inhalt des leeren Inſtruments bis D, d. h., x, ein für allemahl beſtimmt wurde; ſo iſt der jetzige Barometerſtand m' mit dem bei jenen Verſuchen, m, derſelbe, und alſo bekannt.

Geſetzt aber, der Queckſilberſtand in der Röhre EC weiche nach dem Herausziehen von jenem Stande um $\pm DD' = \pm\beta$ ab, und die dazu gehörige Vermehrung des Volumens der Luft ſey $= \mp z$; ſo wird nach dem bekannten Mariottiſchen Geſetze ſich verhalten $x + v : x + v \mp z = m' - b \pm \beta : m - b$.

Daraus folgt: $m' = \frac{(x + v)(m - b)}{x + v \mp z} + b \mp \beta$,

oder $m' = \frac{m(x + v) \mp b z}{x + v \mp z} \mp \beta$.

Dieſe Formel iſt zwar nicht einfacher als die Sayſche S. 234, aber ſie erſpart die dazu nöthige, übrigens aber hinderliche, Verlängerung der Röhre CE, ſo wie die Fehler, die daraus entſpringen können. Auſserdem giebt ſie uns Mittel an die Hand, uns dieſes Inſtruments als eines Barometers zu bedienen, dem man bis auf eine Linie ſo ziemlich trauen kann.

Was den Fehleranſchlag Say's betrifft, ſo iſt dabei zu bemerken, da er nur auf Fehler der Beobachtung, nicht auf Fehler des Inſtruments ſelbſt ſieht, die jedoch gleichfalls bei Schätzung der Zuverläſſigkeit der Beobachtung mit demſelben in Anſchlag kommen. So kann die Deckplatte nicht ge-

nau anpaſſen, die Röhre nicht genau genug calibrirt, oder das Queckſilber nicht gehörig luftleer ſeyn, und daraus Luft in die verdünnte Luft anſteigen.

Dieſe Zweifel muſs der Gebrauch löſen; aber eine Frage, die vor dem Gebrauche dieſes Inſtruments beantwortet ſeyn muſs, betrifft das *Mariottiſche Geſetz*. Bisher hat es ſich immer nur in einzelnen Fällen bewährt; und ſo lange es noch nicht anders begründet iſt, können immer noch die Zweifel, die man anfänglich gegen daſſelbe hegte, hervortreten. Sobald aber bewieſen iſt, daſs die Repulſiv- und Attraktivkraft gegenſeitig ſich ſo beſchränken, daſs die Wirkſamkeit der einen im umgekehrten Verhältniſſe der Wirkſamkeit der andern ſteht; wenn ferner bewieſen wird, daſs die Stärke jener im umgekehrten Verhältniſſe des Kubus der Räume, welche ſie erfüllt, *) die Stärke der Anziehung, welche auf dieſelbe wirkt, aber im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats eben dieſer jedesmahligen Wirkungskreiſe ſteht: **) ſo wird die Repulſion in einer expanſibeln Flüſſigkeit, deren jetzige Raumerfüllung zur vorigen ſich wie $m : n$ verhält, ſeyn $R : r = n^3 . m^2 : m^3 . n^2 = n : m$. Da alſo die widerſtehenden Kräfte

*) KANT's *Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft*, S. 79.

**) *Ebendaſelbſt*, S. 76.

in umgekehrtem Verhältniſſe der Voluminum wachſen, ſo werden auch die ihnen entgegen wirkenden zuſammendrückenden Kräfte dieſem Geſetze folgen müſſen.

Ich glaube, daſs wir jetzt des folgenden Kantiſchen *) Beweiſes entbehren können: „daſs man die „zurückſtoſsende Kraft der Luft als eine Wirkung „der Wärme anſehen müſſe, die nicht bloſs als eine „in ſie eingedrungene Materie, ſondern allem Anſehen nach durch ihre Erſchütterungen die eigentlichen Lufttheilchen,(denen man überdies wirkliche „Entfernungen von einander zugeſtehen kann,) nöthigt, einander zu fliehen. Daſs aber dieſe Bebungen der einander nächſte Theile eine Fliehkraft erzeugen, die in umgekehrtem Verhältniſſe ihrer Entfernungen ſteht, läſst ſich nach den Geſetzen der Mittheilung der Bewegung durch Schwingung elaſtiſcher Materien wohl begreiflich machen.“

Man hat gegen dieſen Beweis mit Recht erinnern können, daſs er nicht nur auf ganz unerwieſenen Gründen, auf einer eignen Wärmematerie, ihren Schwingungen, und auf Theilchen, wo alles noch ungetheilt ſich darſtellt, beruhe, ſondern daſs er überdies nach dieſen Annahmen nichts beweiſe, weil jene Wärmematerie andern Geſetzen als jede andere Materie folgen müſſe.

*) Kant's *Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft*, S. 80.

Das Mariottiſche Geſetz darf nicht über ſein Gebiet ausgedehnt werden, alſo weder auf bloſs gemengte Flüſſigkeiten, von denen zwar jede in ihrer ſpecifiſchen Repulſion dem Geſetze folgt, aber deren gemeinſchaftliche Zuſammendrückung nothwendig von dieſem Geſetze abweichen muſs; noch auf Flüſſigkeiten, die während des Drucks zerſetzt werden. *) Das Mariottiſche Geſetz kann uns daher zugleich ein Prüfungsmittel abgeben, ob eine Flüſſigkeit gemiſcht oder gemengt ſey, und in dieſer Rückſicht würde aus denen von Sulzer **) und Müller ***) angeſtellten Verſuchen, (nach denen

*) Wenn die veränderliche Feuchtigkeit der Luft und einige andere Umſtände es nicht hinderten, ſo würde ſicher die Beſtimmung der Kraft, durch welche ſich eine beſtimmte Menge Luft auf einen beſtimmten Raum zuſammendrängen lieſse, oder auch die Beſtimmung der Höhe, bei welcher ein Barometer um ein Beſtimmtes, (etwa 1 Linie,) fällt, das beſte Eudiometer ſeyn, ſo wie umgekehrt ein *gutes* Eudiometer und Hygrometer eben ſo nöthige Barometerberichtigungen als das Thermometer geben möchten, da die Subtangente wegen der Veränderungen in der Miſchung der Atmoſphäre ſicher täglich wechſelt, und deswegen auch ſo verſchieden angegeben worden. Doch möchte vielleicht dieſes unnütz ſeyn, wie manche andere Sorgfalt für das Barometer, mit dem man doch jetzt nur noch Höhen ſchätzen, nicht aber ſcharf meſſen kann.

A.

**) *Mem. de l'Acad.* de Berlin, 1753, S. 116—123.

***) Müllebi *Collegium experimentale.*

die Luft zwar wenig mehr, aber doch etwas mehr, als aus der Rechnung folgt, ſich zuſammendrücken läſst,) folgen, daſs ſie zwar im Ganzen ein Gemiſch ſey, daſs ihr aber auch einige Flüſſigkeiten bloſs beigemengt wären. Doch laſſen ſich vielleicht dieſe Abweichungen aus der Zerſetzung der Waſſerdämpfe oder aus der geringen Menge kohlenſauren Gas allein nicht erklären, ſondern es giebt eine in vieler Hinſicht merkwürdige Erfahrung, die hier vielleicht zur Aufklärung gebraucht werden kann.

Cullen *) machte zuerſt die Beobachtung, daſs beim ſchnellen Auspumpen der Luft aus einer Glocke das darin eingeſchloſſene Thermometer ſchnell um zwei bis drei Grade fällt, und allmählig wieder auf ſeinen vorigen Stand zurückkommt. Lambert und Sauſſüre beſtätigten dies, und der Letztere bewies durch einige ſorgfältige Verſuche, **) daſs kein ſchnelles Verdunſten einer Flüſſigkeit die Urſache dieſer Erſcheinung ſey. ***) Ohne mich hier auf

*) *Eſſais de la ſociété d'Edimbourg*, T. II, p. 153.

**) *Hygrometrie*, p. 332.

***) Im *Journal de Phyſique par* DELAMETHERIE, An 6, T. IV, p. 186 wird erzählt: Pictet habe bemerkt, daſs beim ſchnellen Herauslaſſen der Luft aus einem Gefäſse, in welchem ſie ſtark comprimirt iſt, eine beträchtliche Kälte hervorgebracht werde. Um dieſe leichter bemerkbar zu machen, habe er einige Waſſertropfen hineingegoſſen, und dieſe waren ſogleich erſtarrt. Delamétherie glaubt dieſe

die Erklärung dieſer für die Wärmelehre höchſt wichtigen Erſcheinung einzulaſſen, ungeachtet die Lambertſche, (Pyrometrie, S. 267,) Wenigen noch genügen möchte; ſo wird doch ſo viel gewiſs, daſs die Luft bei ihrem Ausdehnen in einen gröſsern Raum die umgebenden Körper erkalte. Da aber jedes Wärmeverſchlucken der Körper, beſonders aber der Luft, mit Ausdehnung verbunden, oder eigentlich wohl nichts anderes iſt, ſo wird die Repulſion der Luft beim Ausbreiten derſelben in einen gröſsern Raum, oder beim Verdünnen derſelben gröſser ſeyn, als nach dem urſprünglichen Geſetze für ihre Ausdehnung ſtatt finden ſollte. Umgekehrt wird aber einer dichtern Luft, (bei jenem Verſuche iſt die dichtere Luft die umgebende,) von den umgebenden Körpern Wärme geraubt werden, und dieſe dadurch einen geringern Grad von Repulſion behalten, als nach dem Geſetze ihrer Zuſammendrückung erfolgen ſollte, und dies beſtätigen die Sulzerſchen und Müllerſchen Verſuche.

Doch laſſen ſich aus jenen Beobachtungen noch einige andere Schlüſſe ziehen, die für die Meteo-

Erkaltung aus dem ſchnellen Verdunſten des Waſſers beim verminderten Drucke herleiten zu können; aber er irret, denn die Kälte wurde eher bemerkt, als das Waſſer hineingeſprengt war, und auſserdem iſt das Verdunſten des Waſſers bei dem gewöhnlichen Drucke der Luft gar nicht ſo heftig.

A.

rologie nicht unwichtig ſind. Man ſetze nämlich, die Luft in jener Glocke wäre von den umgebenden Körpern und der dichtern Luft nicht wieder erwärmt worden, ſo würde das Thermometer darin immer niedriger geſtanden haben, als in der dichtern Luft. Dieſes findet nun wirklich in den obern Regionen unſers Luftkreiſes ſtatt, wo dünnere Luft und keine wärmern Körper ſind, und es wird daher, auch ohne Rückſicht zu nehmen auf die Erwärmung des untern Luftkreiſes durch die Erde, ohne alle Hypotheſen von gröſserer oder geringerer Durchſichtigkeit der Luft, die gröſsere Kälte der Luft, je höher man ſteigt, erklärt ſeyn.

XII.

Ueber

die von Sömmering *entdeckte Oeffnung in der Netzhaut, nach* Home.

Sömmering war der Erſte, der in der Netzhaut des Menſchenauges eine Art von runder Oeffnung bemerkte, wie ſie in Taf. IV, Fig. 5, in einem Querſchnitte, und in Fig. 6 in einem Längenſchnitte des Auges, bei *b* vorgeſtellt iſt. Sie liegt ſo ziemlich im hintern Ende der Augenachſe, oder ein wenig darunter, ungefähr zwei Linien vom Sehenerven *a*, nach den Schläfen zu, entfernt, iſt länglich rund, $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmeſſer, hat ausnehmend dünne Einfaſſungen, und rund umher einen gelblichen Kreis, etwa drei Linien im Durchmeſſer, und wird von einer Falte in der Retina bedeckt. Der Anatom ſtellt ſie ohne groſse Schwierigkeit in einem Präparate dar, und zwar deutlicher in einem Auge einige

Geſtalt einer Röhre, ſtatt der eines Lochs. In jenen iſt ſie mit einem gelben Ringe umgeben, nicht aber in dieſen. — Ich ſchlieſse daraus, daſs alle bisherige Muthmaſsungen über den Zweck und Nutzen dieſer Oeffnung höchſt wahrſcheinlich irrig ſind, und daſs ſie nichts anderes als die Mündung eines lymphatiſchen Gefäſses iſt, beſtimmt, die verdorbenen Theile der Glasfeuchtigkeit und der Kryſtalllinſe abzuführen, um dieſe beſtändig fort durchſichtig zu erhalten."

„Da das Affenauge, wie in allem Uebrigen, ſo auch in dieſer Oeffnung, mit dem Menſchenauge vollkommen übereinſtimmt, und die Netzhaut deſſelben anfangs durchſichtig iſt, (da man die Oeffnung nicht ſieht,) ſpäterhin aber undurchſichtig wird, indeſs die Oeffnung immer durchſichtig bleibt, und ſich eben dadurch ſichtbar macht; ſo folgt daraus, daſs die Retina in der Oeffnung wirklich fehlt, und nicht etwa, (wie Buzzi meinte,) nur beſonders durchſichtig iſt. Da ferner der gelbe Ring, der ſie umgiebt, ſich erſt mehrere Stunden nach dem Tode zeigt, und weiterhin immer dunkler wird; ſo muſs er durch eine Veränderung entſtehen, die das Auge erſt nach dem Tode erleidet, und kann mithin gar keinen Einfluſs auf das Sehen haben."

„Eben ſo wenig läſst ſich der Verſuch Mariotte's und le Cat's, mit Karten, welche in einer gewiſſen Lage unſichtbar werden, daraus erklären, daſs dann ihr Bild auf dieſe Oeffnung falle; denn die Oeffnung liegt nicht ſo, daſs dieſes wirklich der Fall wäre. Auch iſt die Oeffnung viel zu klein, als daſs ſie irgend einen Mangel im Sehen veranlaſſen könnte, da die Blutgefäſse, welche ſich über die Netzhaut hinziehen, viel breiter als dieſe Oeffnung ſind, und doch keinen Theil des Bildes auffangen."

Schwächt gleich dieſe Bemerkung Home's den Zweifel, der gegen ſeine Meinung aus der Lage dieſes lymphatiſchen Gefäſses gerade in der Achſe des Auges entſteht; ſo bleibt es doch immer etwas unwahrſcheinlich, daſs in einem ſo vollkommenen optiſchen Werkzeuge gerade die beſten und vortheilhafteſten Strahlen, welche dicht bei der Achſe parallel mit ihr einfallen, für das Bild verloren gehen ſollten; und daher verdient dieſes noch genauere Unterſuchung und Beſtätigung. *d. H.*

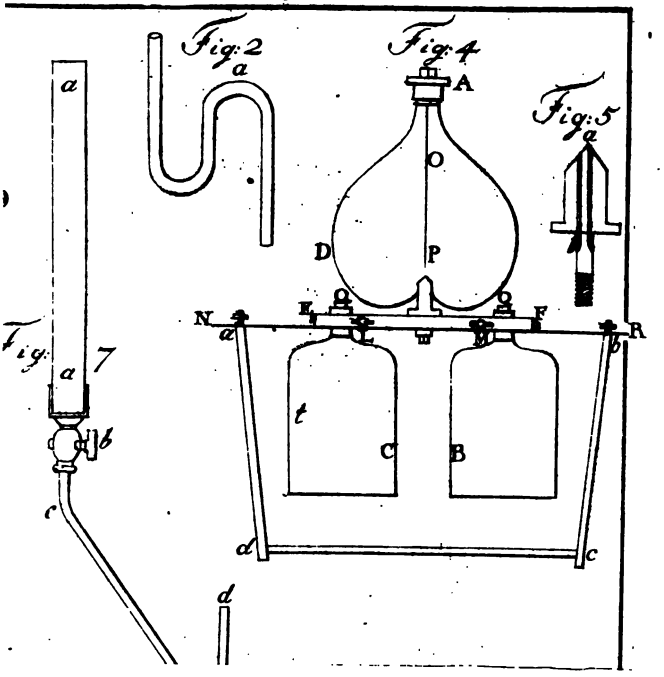


Fig: 2
a
Fig: 4
A
O
D
P
Fig: 5
a
N
a
E
F
R
b
t
C
B
d
c
Fig: 7
a
b
c
d

ANNALEN DER PHYSIK.

ZWEITER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN über *die Fortpflanzung der Wärme in Flüſſigkeiten*,

von

Herrn Grafen von Rumford
in London.

Zweiter Theil. *)

Herr Profeſſor Pictet in Genf hatte der franzöſiſchen Ueberſetzung, die er von dem ſiebenten

*) *Eſſay VII, Part.* 2, *London* 1798. 75 *S.* 2 *Kupfert.* 8, womit zugleich eine neue Auflage des erſten Theils des *Eſſay VII* ausgegeben wurde. Auszüge aus dieſem zweiten Theile haben Nicholſon, in ſeinem *Journ. of Nat. Phil.*, Nro. 17, und Pictet, in der *Bibliotheque, Britannique*, und im *Journal de Phyſique*, T. IV, Cah. 3 et 4, gegeben. Die Bemerkungen dieſer beiden Phyſiker ſind bei gegenwärtigem vollſtändigen Auszuge benutzt worden. *d. H.*

Eſſay des Grafen Rumford's, ſo weit er zuerſt erſchienen war, beſorgte, folgende Stelle aus einem Briefe des Grafen an ihn, vom 9ten Jun. 1797, angehängt: „Es würde mich ſehr gewundert haben, hätte mein ſiebenter *Eſſay* Sie nicht intereſſirt, denn ich für meinen Theil empfand in meinem Leben kein gröſseres Vergnügen, als da ich die Verſuche anſtellte, die darin beſchrieben ſind. Vielleicht wird es Sie überraſchen, wenn ich Ihnen ſage, daſs ich ein ganzes Kapitel voll intereſſanter Speculationen zurück behalten habe, lediglich in der Abſicht, um Andern ein anlockendes Feld belohnender Nachforſchung unberührt zu überlaſſen, und um der Schluſsbetrachtung, die ich bei weitem für die wichtigſte unter allen von mir bekannt gemachten halte, mehr Nachdruck zu geben.“ *) Dieſe Aeuſserung war nicht beſtimmt, vor das Publicum zu kommen, und ein wahrhaft achtungswerther Grad von Delikateſſe trieb den würdigen Verfaſſer, da dieſes einmahl geſchehen war, an, das Publicum genau zu unterrichten, wie weit er mit ſeinen Nachforſchungen über den Gegenſtand des ſiebenten *Eſſay's* gekommen ſey, um nicht den Argwohn zu erregen, als wolle er die Phyſiker mit bloſsen Win-

*) Hoffentlich verſteht Graf Rumford unter dieſer Schluſsbetrachtung die Bemerkungen in Nr. IV des vorigen Stücks der Annalen, und nicht die fromme Betrachtung, womit er jene Bemerkungen beſchlieſst, und die ich, wie manche andere, übergangen habe. *d. H.*

ken von wichtigen, zurückbehaltenen Entdeckungen hinhalten, mit denen er, wenn Andere Entdeckungen derſelben Art machen würden, hervorzutreten dächte. So entſtand der zweite Theil jenes *Eſſay's*, welcher eine Menge ſcharfſinniger Verſuche und Beobachtungen enthält, und ohne den ſich die neueſten Aufſätze des Grafen Rumford nicht gehörig verſtehen laſſen.

Erſtes Kapitel.

Die Wärme verbreitet ſich in den Flüſſigkeiten nicht nach unten. Waſſer, Oehl, Queckſilber, Luft, Dämpfe und Flammen ſind Nichtleiter der Wärme.

Wenn man in eine Schale, die mit einer Froſt erregenden Miſchung angefüllt iſt, ein Glas voll Waſſer ſetzt, ſo ſchieſst das Eis an den Seiten des Glaſes ſtets zuerſt an, und nimmt von hier an allmählig an Dicke zu, ſo daſs das Waſſer in der Achſe des Glaſes am längſten flüſſig bleibt. Dieſes wird, weil das Eis einen gröſsern Raum als das Waſſer einnimmt, allmählig in die Höhe gedrückt, und gefriert am Ende in Geſtalt einer Spitze oder Warze, die zuweilen mehr als einen halben Zoll hoch über die glatte Oberfläche des Eiſes hervorragt. Dieſe Eisſpitze ſchien dem Grafen vorzüglich geſchickt, um daran Verſuche über die Eigenſchaft der flüſſigen Körper, daſs ſie die Wärme nicht nach unten zu verbreiten, anzuſtellen. Denn gieſst man eine Flüſſigkeit über dieſe Eisſcheibe, ſo daſs ſie ganz davon bedeckt wird, und hängt einen erwärmten feſten

Körper in einer kleinen Entfernung über die Eisſpitze, ſo kann, wenn ſie ſchmilzt, das offenbar nur dadurch bewirkt worden ſeyn, daſs die Hitze ſich herabwärts durch die Flüſſigkeit verbreitet hat, über deren Wärme - leitende oder nicht - leitende Kraft man ſich zu belehren wünſcht.

Bei einem Verſuche, (55,) den der Graf mit ſeinem *Oliven - Oehle* anſtellte, hatte die Eisſcheibe 3 Zoll Dicke, $4\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer, und die Eisſpitze eine Höhe von $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Temperatur der Stube betrug 31° nach Fahrenheit; das Glas war von aufsen bis 1 Zoll über die Höhe der Eisſcheibe mit einer Miſchung aus zerſtoſsenem Eiſe und Waſſer umgeben; und das feine Oliven - Oehl, das man vorher bis zu 32° Fahrenh. abgekühlt hatte, ſtand, als es in das Glas gegoſſen wurde, über der Oberfläche des Eiſes 3 Zoll hoch. Darauf nahm der Graf einen maſſiven Cylinder aus Schmiedeeiſen, der 12 Zoll lang und $\frac{5}{4}$ Zoll dick war, und ſich mittelſt eines Hakens ſenkrecht aufhängen lieſs, erwärmte ihn in kochendem Waſſer bis zu der Temperatur von 210°, ſchob ihn dann ſchnell in eine Scheide von dickem Papier, die nach oben und nach unten zu offen war, und hing ihn darauf an einem Drahte über dem Glaſe auf. Mittelſt dieſes wurde der Cylinder nach und nach ſehr langſam in das Oehl ſo weit herabgelaſſen, daſs der Mittelpunkt ſeiner glatten Grundfläche, nur in einer Entfernung von $\frac{2}{10}$ Zoll, ſenkrecht über der koniſchen Eisſpitze ſchwebte; die papierne Scheide reichte noch um $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer

herab, um das Aufſteigen der Oehltheilchen, die mit der untern unbedeckten Fläche des Cylinders in Berührung kamen, zu verhindern; und ſo die innern Bewegungen des Oehls zu mildern, die ohnedies vielleicht ſo heftig geworden wären, daſs der herabſteigende Strom ſich bis nach der Eisſpitze verbreitet hätte. Die Eisſpitze war in jedem Moment des Verſuchs vollkommen durch das Oehl hindurch ſichtbar, und wurde nicht im geringſten vermindert, oder auf eine andere Art durch das heiſse benachbarte Eiſen verändert, welches nothwendig hätte erfolgen müſſen, könnte die Wärme ſich durch das Oehl herabwärts verbreiten. Wie lange der Metall-Cylinder in das Oehl getaucht blieb, wird zwar nicht geſagt; ohne Zweifel aber lange genug, um dem Grafen volle Gewiſsheit zu geben, daſs auch durch Oehl die Wärme ſich nicht nach unten zu verbreite, und daſs Oehl eben ſo wohl als Waſſer, (nach den Verſuchen im erſten Theile dieſes *Eſſay's*,) ein Nichtleiter der Wärme ſey.

Ein gleicher Verſuch, (56,) wurde mit eiskaltem *Queckſilber* angeſtellt, das in demſelben Glaſe über eine friſchgefrorne Eisſcheibe 1 Zoll hoch ſtand. Die Oberfläche des Queckſilbers war mit Löſchpapier gereinigt worden, und nachdem man es ungefähr eine Stunde lang hatte ruhig ſtehen laſſen, ſenkte man den erwärmten eiſernen Cylinder vorſichtig hinein, und lieſs ihn mehrere Minuten lang, in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll, über der Eisſpitze hängen. Dabei ging wiederum die Papier-

ſcheide $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer als die Grundfläche des Cylinders hinab, um die innern Bewegungen des Fluidi zu verringern.

Das Eis blieb in dieſem Verſuche ebenfalls ganz unverändert, ob es ſich gleich in dem Zuſtande befand, wo es durch den möglichſt geringſten Grad hinzukommender Wärme ſchmelzen muſste. Berührte es der Graf unter dem Queckſilber mit dem Finger, ſo zeigten ſich, auch bei der möglichſt gröſsten Geſchwindigkeit, womit dieſes geſchah, ſogleich Spuren von erzeugtem Waſſer auf der reinen und glänzenden Oberfläche des Queckſilbers.

Durch die Reſultate dieſer, und der in den vorigen Stücken der Annalen beſchriebenen Verſuche glaubt Graf Rumford ſich zu dem Schluſſe berechtigt: daſs *Waſſer*, *Oehl* und *Queckſilber* vollkommene Nichtleiter der Wärme ſind, oder, mit andern Worten, daſs von dem Augenblicke an, wo dieſe Stoffe die Form der Flüſſigkeit annehmen, alle Mittheilung der Wärme unter ihren Theilchen, und aller Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern, *ſchlechterdings unmöglich* wird. *) In

*) Sollte man auch mit der *abſoluten* Unmöglichkeit der Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten, deren Theilchen in vollkommener Ruhe ſind, nicht einverſtanden ſeyn, (Annalen, St. 3, S 323;) ſo bleiben doch die meiſten Schlüſſe des Grafen praktiſch richtig, und für Zeiten, die nicht länger ſind, als ſeine Verſuche dauerten, völlig bindend.
Nicholſon.

den *Philoſophical Transactions* für das Jahr 1792 hatte er dargethan, daſs auch die *Luft* ein auſserordentlich unvollkommener Wärmeleiter iſt, *) und daſſelbe in ſeinem ſechsten *Eſſay* von den *Dämpfen* und der *Flamme* bewieſen, **) weshalb er geneigt iſt, zu ſchlieſsen, daſs dieſe Eigenſchaft *allen flüſſigen Körpern* zukommt, und daſs es ſelbſt zum Weſen der Flüſſigkeit gehöre, die Wärme nicht unmittelbar von Theilchen zu Theilchen fortpflanzen zu können. ***)

Dieſe fruchtbare Eigenſchaft hatte Graf Rumford ſchon in der erwähnten Abhandlung in den *Philoſophical Transactions* benutzt, um nicht nur die Wärme der natürlichen und künſtlichen Bekleidung und

*) Eine Ueberſetzung dieſer Abhandlung ſteht in Gren's *Journal der Phyſik*, B. VII, S 245. *d. H.*

**) Das Wichtigſte aus dieſem *Eſſay* wird der Leſer in den folgenden Heften dieſer Annalen finden. *d. H.*

***) „Ich bin um ſo geneigter," ſagt Pictet, „dieſer Theorie beizutreten, da ſie die Erſcheinung, welche Black *latente Wärme* und ich *chaleur de liquidité* nenne, ſehr natürlich erklärt. Man kann ſich leicht vorſtellen, daſs die Wärme, die z. B. beim Schmelzen des Eiſes jedes Moleculum Eis von der feſten Maſſe trennt, um dieſes eine Art von Hülle bilde, die es der Wirkung der Cohäſion entzieht, es unter den benachbarten, eben ſo umhüllten Theilchen verſchiebbar macht, und ſo die Maſſe in *flüſſiges Waſſer* verwandelt. Ueberlieſsen die Molecülen des Waſſers ihre Wärmehülle, die

des Schnees, ſondern auch die Abwechſelung kalter und warmer Winde, bei Veränderung der Jahrszeiten, zu erklären. In ſeinem ſechsten *Eſſay* gründete er auf die nicht-wärme-leitende Kraft des Dampfes und der Flamme eine Erklärung der ſonderbaren Wirkungen des Löthrohrs, und ſuchte

ſie gegen die Wirkung der Cohäſion *ſchützt*, den benachbarten, ſo würden ſie augenblicklich in den feſten Zuſtand zurücktreten: und häufte ſich nicht beim Schmelzen die Wärme um die einzelnen Waſſertheilchen, ſo wie ſie ſie vom Eiſe trennt, ſondern verbreitete ſie ſich durch alle Eis-Molecülen; ſo könnte das Eis nicht allmählig von aufsen nach innen zu, ſondern müſste auf einmahl ſchmelzen. Die Wärme, welche ſo die Molecülen feſter Theilchen umhüllt, geht für die Empfindung und das Thermometer verloren; und das ſind die 60° Wärme, die bei Miſchungen aus gleich viel Schnee und warmen Waſſer, wenn der Schnee ſchmilzt, verſchwinden. Sie erſcheint ganz wieder, wenn die Flüſſigkeit in den feſten Zuſtand zurücktritt, wobei die Molecülen ihre Wärmehüllen verlaſſen und der Cohäſion unterworfen werden. Dieſelbe Theorie läſst ſich auf *die Verdünſtung* übertragen, wobei analoge Erſcheinungen und Wärme, die, ſo lange der Dunſt beſteht, latent iſt, vorkommen." — Uns ſcheint indeſs dem Phyſiker mit dieſer ganz atomiſtiſchen Vorſtellungsart wenig geholfen zu ſeyn, da ſie keinen phyſiſchen Grund für die Möglichkeit ſolcher Wärmehülle, ihrer Bildung und Zerſtörung angiebt, und alle Flüſſigkeit durch einen flüſſigen Stoff erklärt, deſſen Flüſſigkeit ſelbſt immer problematiſch bleibt. *d. H.*

mittelst derselben die vortheilhafteste Gestalt der Kochgefäfse ausfündig zu machen. Im dritten Kapitel des siebenten *Essay's*, (Annal., B. 1, St. 4, Abh. V,) nutzt er endlich seine Entdeckung, um zu zeigen, wie, höchst wahrscheinlich, das salzige Gewässer, das einen so grofsen Theil des Erdbodens bedeckt, dazu dient, die Temperaturen der verschiedenen Klimate gleichmäfsiger zu machen, und die allzu grofse Kälte zu mildern. Aber noch ist die interessanteste Anwendung dieser Lehre übrig, die nämlich, welche sich auf Chemie, Vegetation und thierische Oekonomie machen läfst, und sie empfiehlt der Graf den Kennern dieser Wissenschaften vorzüglich.

„Man begreift leicht," sagt Graf Rumford, „dafs die Entdeckung einer so wichtigen Thatsache viel in unsern Vorstellungen über die mechanischen Wirkungen der Natur, und über die noch interessantern chemischen Operationen, die so schwer zu erklären sind, ändern mufs. Sie wirft, wenn ich mich nicht irre, ein neues Licht über viele der geheimnifsvollen Naturprozesse, in welchen leblose Körper in Bewegung gesetzt, ihr Zustand verändert, ihre Bestandtheile getrennt und in neue Verbindungen gesetzt werden, und vielleicht setzt sie uns in den Stand, durch mechanische Principien die wunderbaren Wahlanziehungen zu erklären, die man *chemische Verwandtschaften* zu nennen pflegt, und die noch niemand zu erklären versucht hat. Vielleicht findet man so, dafs alle Veränderungen des Zustandes jedes Stoffs lediglich durch die Wärme bewirkt

werden; dafs jede Concretion ein wahres Gefrieren ist, durch Verminderung der Wärme bewirkt; dafs, umgekehrt, jeder Uebergang aus dem festen Zustande in den flüssigen ein wahres Schmelzen ist; dafs die Verkalkung der Metalle auf trocknem und nassem Wege sich viel weniger von einander unterscheiden, als man bisher glaubte; dafs nie Metall aufgelöst wird, bevor es nicht geschmolzen ist; und dafs die scheinbare Heftigkeit, mit der gewisse feste Stoffe von ihren Auflösungsmitteln angegriffen werden, nicht einer besonders starken Wahlverwandtschaft oder Anziehung, sondern dem beträchtlichen Grade von Wärme oder Kälte, der dabei entsteht, oder der grofsen, sowohl hierdurch, als durch die folgende Verbindung bewirkten Veränderung im specifischen Gewichte des Auflösungsmittels zuzuschreiben sey."

Die chemische Wahlverwandtschaft ist vielleicht eine blofse Wirkung der Temperatur. Vermuthungen über chemische Auflösungen und die salzigen Gewässer.

Wenn die flüssigen Körper Nichtleiter der Wärme sind, so folgt daraus nothwendig, dafs in jedem chemischen Auflösungsmittel der Wechsel der Temperatur hinauf- und hinabsteigende Ströme hervorbringt, deren Geschwindigkeit von der gröfsern oder geringern Veränderung des specifischen Gewichts im Auflösungsmittel abhängt; und die Schnelligkeit, woraus der Prozefs des Auflösens vor sich geht, mufs sich nach der Geschwindigkeit

dieſer Ströme richten. Ferner werden ebenfalls Ströme entſtehen, wenn die geſättigte Auflöſung ſchwerer oder leichter als das Auflöſungsmittel iſt, und auch nach der Gröſse dieſes Unterſchiedes und der Richtung der dadurch bewirkten Ströme, wird der Prozeſs des Auflöſens mehr oder weniger beſchleunigt.

Die Auflöſung des Kochſalzes im Waſſer giebt ein Beiſpiel der vereinigten Wirkung dieſer beiden Urſachen. Füllt man eine durchlöcherte Schale mit Salz und hängt ſie nahe unter der Oberfläche in einem Gefäſse mit Waſſer auf: ſo geht die Auflöſung ſehr ſchnell vor ſich; weil erſtens beim Auflöſen des Salzes die Temperatur vermindert wird, die Flüſſigkeit ſich folglich, während des Prozeſſes, verdichtet; und zweitens, weil die Salzauflöſung dichter und ſchwerer als das reine Waſſer iſt. Beiden Urſachen zufolge ſenkt ſich das Salzwaſſer ſchnell herab, und ſo werden beſtädig neue Theilchen des Auflöſungsmittels mit dem Salze in Berührung gebracht.

Bei dieſer Gelegenheit wirft der Verfaſſer folgende intereſſante Frage auf: Ob wohl die Auflöſung vor ſich gehen könne, wenn die Ausdehnung der Theilchen durch die bei der Auflöſung entſtehende Wärme, der Verdichtung gleich iſt, die ſie bei ihrer chemiſchen Vereinigung leiden. Seine Antwort iſt: dafs, wenn es wirklich eine chemiſche Anziehung giebt, dergleichen man bisher allgemein angenommen hat, die auf dem Wege der Wahlverwandtſchaft über die wirkliche Berührung hinaus wirkt,

die Auflöfung wahrfcheinlich vor fich gehen werde; dafs aber, falls diefe Anziehung auf nichts anderm als auf dem hier erklärten Phänomene beruht, die Auflöfung zwar nicht abfolut unmöglich fey, aber doch fo langfam vor fich gehen werde, dafs man fie kaum bemerken würde.

Bei der Auflöfung des Kochfalzes im Waffer ift die Lage diefes feften Stoffs nahe an der Oberfläche des Flüffigen, ein für die Schnelligkeit des Prozeffes wefentlicher Umftand. Die Chemiker pflegen hierbei die gleichförmige Verbreitung des feften Stoffs durch die ganze Maffe der leichtern Flüffigkeit, die ihn auflöft, als einen Beweis der Anziehung anzufehen, die zwifchen den beiden Körpern über die Berührung hinaus in die Ferne wirkt. Gefetzt, diefes fey nicht der Fall, und bei folchen Auflöfungen komme keine andere Urfache, als die eben entwickelten mit ins Spiel, fo würde aus der Vorftellungsart des Grafen folgen, dafs das Salz nicht zu den darüber ftehenden Waffertheilchen gelangen, und wenigftens in keinem mäfsigen Zeitraume mit ihnen fich verbinden könne. Ueber diefen Umftand ftellte er folgenden Verfuch, (67,) an:

Er fetzte ein cylindrifches Glas von $4\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeffer und $7\frac{3}{4}$ Zoll Höhe, in die Mitte eines andern $7\frac{1}{2}$ Zoll weiten und 8 Zoll hohen cylindrifchen Glafes, und diefes in eine feichte irdene Schüffel, die mit zerftofsenem Eife und Waffer beinahe vollgefüllt war. Diefer Apparat befand fich in einer unbewohnten Stube, deren Temperatur beftän-

dig und ungefähr 36° nach Fahrenheit war. In das innere Glas goſs er zuerſt etwas über 2 Zoll hoch, reines eiskaltes Waſſer, ſchwach gefärbt mit Tournefolläppchen; dann, mittelſt eines gläſernen Trichters, deſſen enge Mündung auf den Boden des Glaſes geſtellt wurde, eben ſo viel von der ſtärkſten, klaren und eiskalten Auflöſung des Kochſalzes in Waſſer. Die Farbenverſchiedenheit machte, die beiden Flüſſigkeiten ſehr gut unterſcheidbar, und zeigte, daſs ſie nicht geneigt waren, ſich zu vermiſchen. Der Zwiſchenraum zwiſchen den beiden Gläſern wurde darauf mit groſsen Eisſtücken, (denn zerſtoſsenes Eis würde die Durchſicht verhindert haben,) und mit eiskaltem Waſſer angefüllt, und das gefärbte Waſſer des innern Glaſes ſorgfältig mit eiskaltem Oliven-Oehle, ungefähr einen Zoll hoch, übergoſſen. Dieſes letztere geſchah, um zu verhindern, daſs das Waſſer durch die Luft nicht in Bewegung geſetzt, oder durch Ausdünſtung und Mittheilung der Wärme abgekühlt würde.

Dieſe Flüſſigkeiten blieben in vollkommener Ruhe, vier Tage hindurch, ohne die geringſte Neigung zu wechſelſeitiger Vermiſchung zu zeigen. Nach Verlauf dieſer Zeit wurde das kleine Glas, ohne es zu erſchüttern, herausgenommen und an das Fenſter einer geheitzten Stube geſetzt. In weniger als einer Stunde merkte man, daſs das Salzwaſſer und das gefärbte ſüſse Waſſer ſich zu vermiſchen anfingen, und nach 24 Stunden waren ſie auf das innigſte, durch und durch, vermiſcht.

Der Verfaſſer überläſst es den Phyſikern, Schlüſſe aus dieſem Verſuche zu ziehen, deutet indeſs doch auf ein Reſultat hin, das nicht allein bemerkungswerth an ſich ſelbſt iſt, ſondern auch wichtige Folgen haben könnte. Er meint dadurch ſtarke Gründe zu der Vermuthung zu haben, daſs, wenn ein See recht tief iſt, das Waſſer nahe an der Oberfläche deſſelben, ſelbſt dann ſüſs ſeyn müſste, wenn der Grund des Sees und die Ufer aus einer feſten Maſſe von Steinſalz beſtünden, und macht auf den Vortheil aufmerkſam, den ein Land, wo das Salz rar iſt, haben könnte, wenn man dort das Waſſer auf dem Boden eines tiefen Sees in der That ſalzig fände, und wie ſehr es daher die Mühe lohnte, darüber Verſuche anzuſtellen. *) Daſs das Waſſer auf

*) Vor ungefähr zwanzig Jahren verſicherte mir ein unterrichteter Mann, der beim Salinenweſen ſtand, deſſen Nahmen ich aber vergeſſen habe, der Genfer See ſey an ſeinem Oſtende, wo er ſehr tief iſt, im Grunde ſalzig. Dieſes hatte er mittelſt einer ſehr einfachen Vorrichtung gefunden, die er mir vorwies, nämlich mittelſt einer bleiernen Flaſche, mit engem Halſe, die ungefähr ein Pfund Waſſer faſste. Er verſenkte ſie offen und aufrecht, bis auf den Boden des Sees, wo das Salzwaſſer, vermöge ſeines ſpecifiſchen Gewichts, das ſüſse Waſſer aus der Flaſche verdrängte. Es thut mir leid, daſs ich dieſen Verſuch nicht wiederholte, als ich meinen gelehrten Freund Sauſſüre bei ſeinen Verſuchen über die Temperatur des Bodens einiger Seen half, und in den öſtlichen Theil des Genfer Sees Thermometer 1000 Fuſs tief hinabliefs. *Pictet.*

dem Boden aller sehr tiefen Seen salzig seyn müsse, sogar da, wo es kein Steinsalz giebt, machen ihm die geologischen Thatsachen wahrscheinlich, nach welchen der gröfste Theil des festen Landes einst vom Ozean bedeckt war, und jener Versuch, dem zufolge das Salzwasser, das der Ozean bei seinem Abflusse auf dem Boden der tiefen Seen zurückliefs, vermuthlich noch jetzt dort vorhanden ist.

Zweites Kapitel.

Von dem Gerinnen oder Gefrieren, und der Entstehung des Grundeises.

In dem ersten Theile seines *Essay's*, (Band 1 der Annalen, St. 4, Nr. V,) hatte Graf Rumford die Gesetze entwickelt, die beim Erkalten und Gefrieren des Wassers statt finden, und die auffallenden Wirkungen derselben, in Rücksicht der Oekonomie der Wärme auf der Oberfläche der Erde. Da das Wasser nur während es bis zum 41° F. abgekühlt wird, sich zusammenzieht, bei weiterer Erkältung aber, bis es fest wird, sich wieder ausdehnt; so sollte man dem ersten Anscheine nach glauben, dafs, wenn ein Gefäfs mit Wasser unten am Boden erkältet wird, die Wassertheilchen, so wie die Temperatur am Boden bis unter 41° sinkt, sich von unten erheben und dadurch dem Frieren so lange entgehen müfsten, als diese innere Bewegung dauert, d. h., bis endlich die ganze Masse, nachdem sie zu der Temperatur von 32° gekommen ist, fast in einem Augenblicke fest würde. Bei diesen Folgerun-

gen wird aber angenommen, dafs der Widerſtand, den die Waſſertheilchen in ihrer innern Bewegung leiden, nicht grofs genug ſey, um ſie auf dem Boden ſo lange zurückzuhalten, bis ſie gefrieren. Ob dieſe Annahme mit dem wirklichen Zuſtande der Dinge übereinkommt oder nicht, lehrt der folgende Verſuch, (68.)

Graf Rumford goſs in ein grofses Weinglas einen Zoll hoch Queckſilber, und darüber ungefähr eben ſo viel Waſſer, die beide eine Temperatur von 60° hatten. Das Weinglas wurde dann in eine Frost erregende Miſchung von Schnee und gemeinem Salze geſtellt, die aber nicht weiter als bis zur obern Fläche des Queckſilbers reichte. Das Eis entſtand auf der untern Fläche des Waſſers, wo es das Queckſilber berührte; und zwar nicht allein unter dieſen Umſtänden, ſondern auch als der Verſuch dahin abgeändert wurde, dafs man über Queckſilber, welches bis auf 10° nach Fahrenheit erkältet war, ſachte kochend heifses Waſſer goſs. Dieſes gefror augenblicklich und bildete nach und nach eine dicke Eiskruſte, die das Queckſilber bedeckte, obgleich faſt die ganze Maſſe des ungefrornen Waſſers über dem Eiſe beinahe kochend heifs blieb.

Dieſer Verſuch räumt *erſtens* eine Schwierigkeit bei der mechaniſchen Erklärung der chemiſchen Verwandtſchaften aus dem Wege, die darauf beruht, dafs es ſcheint, als könnten, wegen der Veränderung der Temperatur, die Partikelchen des Auflöſungsmittels nicht lange genug bei dem

auf-

aufzulöſenden Stoffe bleiben, um ſich wirklich mit ihm zu vereinigen. *Zweitens* läſst ſich daraus ein ſtreitiger Punkt in der Phyſik beantworten, ob nämlich das Eis, das man manchmal auf dem Boden der Flüſſe findet, (das ſogenannte *Grundeis*,) ſich am Boden des Stroms ſelbſt wirklich bilden könne. Dieſes kann, dem gegenwärtigen Verſuche gemäſs, allerdings ſtatt finden, jedoch nur in ſolchen Strömen, die nicht beſtändig in ihren Ufern bleiben, ſondern ſich zuweilen über Erdſtriche ergieſſen, die durch die Atmoſphäre unter dem Gefrierpunkte erkaltet ſind. In andern, die immer in ihrem Ufer bleiben, nicht. *)

*) Ich bin zwar nicht mit den nähern Umſtänden bekannt, unter denen das Grundeis entſteht: aber ſicher kann es ſich auch in Strömen bilden, die nie ihr Ufer übertreten. Man denke ſich einen ſehr ruhig flieſsenden Strom, bei einer Temperatur der Luft, acht oder mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte. Es iſt bekannt, daſs Waſſer, deſſen Theilchen in relativer Ruhe unter einander ſind, 8° F. unter 32° abgekühlt werden kann, ohne den Zuſtand der Feſtigkeit anzunehmen. Die Mitte des Stroms kann daher bei dieſem Grade der Kälte fortfahren, flieſsend zu bleiben, und das Gefrieren wird nur an den Seiten ſtatt finden, wo das Reiben gegen die Ufer die nöthige innere Bewegung veranlaſst. Der mittlere kalte Strom würde, wegen der Ausdehnung der Waſſertheilchen, die unter 41° abgekühlt werden, an der Oberfläche bleiben, und könnte ſich nicht gegen den Boden des Fluſs-

Vermuthungen über die mechaniſchen Principien des thieriſchen Lebens.

Eine andere Folgerung, die Graf Rumford aus den angeführten Thatſachen zieht, iſt, daſs in einer Flüſſigkeit, die dem Tageslichte ausgeſetzt wird, ihre Maſſe ſey auch noch ſo geringe, eine immerwährende Veränderung der Temperatur, und mithin auch eine beſtändige Bewegung der Theile

bettes drängen, auſser wenn Verengerungen des Ufers oder ähnliche Urſachen ihn hinabzugehen zwängen. Geſetzt, eine oder mehrere Quellen, die aus einer groſsen Tiefe in der Erde entſpringen, und deshalb die mittlere Temperatur des Klima hätten, ergöſſen ſich in den Hauptſtrom. Dieſe Maſſe warmen Waſſers würde die Oberfläche des Stroms einnehmen und ſo die kalte Waſſermaſſe zum Sinken bringen, und an allen Stellen, wo dieſe beim Berühren des Bodens ſich innerlich bewegte, müſste eine Eiskruſte entſtehen. Dieſe Wirkungen hängen von der Temperatur, von der Maſſe des Waſſers, und von örtlichen Umſtänden ab, die wir nicht alle beobachten können. Was die angenommenen Thatſachen betrifft, ſo ſind ſie alle möglich. Einen merkwürdigen Beweis eines ſolchen warmen Stroms im Winter, giebt der kleine Fluſs *Wandle*, der unweit Carſhalton, in der Provinz Surrey, entſpringt, und nach einem ſehr ſchnellen Laufe von zehn engliſchen Meilen, auf welchem er dreizehn Mühlen treibt, ſich bei Wandſworth in die Themſe ergieſst, und deſſen Waſſer hier auch bei der ſtrengſten Kälte nicht bis zu der Temperatur des Gefrierens hinabſinkt. *Nicholſon.*

herrſchen müſſe. Dieſe Folgerung mahlt der Graf mit lebhaften Farben und ſehr im Detail aus, indem er die Flüſſigkeit als das Leben, und das Gerinnen oder Gefrieren als den Todesſchlaf der unorganiſchen Materie anſieht, der er eine Anziehungskraft und alle Kraftäuſserung gänzlich abzuſprechen geneigt iſt. Ja, er dehnt dieſe Betrachtungen bis auf das Lebens-Princip der Thiere aus, und fragt, ob nicht vielleicht auch ihr Leben auf den innern Bewegungen beruhe, welche in ihren Säften durch die ungleiche Vertheilung der Wärme hervorgebracht werden, und ob nicht vielleicht der Reiz immer nur die bloſse mechaniſche Wirkung der Mittheilung der Wärme ſey? Die Hypotheſe der Alten: daſs das thieriſche Leben ſeinen Sitz im Blute habe; die augenſcheinliche Tendenz des Athemholens, der Verdauung und der unmerklichen Ausdünſtung, zur Hervorbringung und beſtändigen Erhaltung der Ungleichheiten der Temperatur; die Veränderungen von Kälte und Wärme, die der Genuſs flüſſiger Nahrungsmittel in dem Körper verurſacht, und noch mehrere phyſiologiſche Thatſachen werden von unſerm Verfaſſer angeführt, um dieſer Behauptung, die er der Aufmerkſamkeit der Naturforſcher empfiehlt, Wahrſcheinlichkeit zu geben.

Drittes Kapitel.

Starke Intenſitäten von Wärme finden, wo man ſie auch nicht wahrnimmt, ſtatt; chemiſche Folgerungen daraus.

Auch dieſes Kapitel beſchäftigt ſich noch mit Folgerungen aus der Entdeckung, daſs flüſſige Körper keine oder doch nur höchſt unvollkommene Wärmeleiter ſind. Und zwar damit, darzuthun, daſs höchſt wahrſcheinlich eine groſse Menge von Phänomenen, die man ganz andern Urſachen zugeſchrieben hatte, von einer *intenſiven Hitze* herrühren, die unter Umſtänden vorhanden iſt und wirkt, unter denen man nicht einmahl ihr Daſeyn vermuthet hätte.

„Sind Flüſſigkeiten keine Wärmeleiter," ſchlieſst der Graf, „ſo giebt es keine vortheilhaftern Umſtände, um eine ſolche intenſive Hitze beiſammen zu halten, als wenn ſie ſich in einer Flüſſigkeit befindet. Hier kann ſie an einige wenige Molekülen gebunden bleiben, ohne daſs ſie fühlbar oder für das Thermometer bemerkbar würde; und daſs das wirklich oft der Fall ſey, darauf ſcheinen mehrere Phänomene hinzudeuten. So z. B. hat man keinen Grund, anzunehmen, daſs Eis in den dampfförmigen Zuſtand übergehen könne, ohne vorher zu ſchmelzen, und doch verdünſtet es mitten im Winter. Wie läſst ſich das anders erklären, als daſs einige der Luftheilchen, die mit dem Eiſe in Berührung kommen, intenſive Hitze genug haben, um

einzelne Eistheilchen nicht blofs zu schmelzen, sondern auch, bevor sie aufs neue gefrieren, in Dampf zu verwandeln, oder dafs dieses durch die intensive Hitze bewirkt werde, die sich in einzelnen Eistheilchen aus dem verschluckten Lichte erzeugt. Beides ist möglich, da Eis nur ein schlechter Wärmeleiter ist. *) — Es ist mir selbst sehr wahrscheinlich, dafs die Metalle, wären sie minder gute Wärmeleiter, in den Strahlen der Sonne ausdünsten würden, wie das z. B. mit dem *Queckfilber* der Fall ist, dabei der gewöhnlichen Wärme der Luft ausdünstet."

„Es läfst sich nicht bezweifeln, dafs eine sehr intensive Hitze mitten in Massen kalter Flüssigkeiten, z. B. in den kleinen Molekülen fester Körper, die in ihnen herum schwimmen, hervorgebracht und zusammengehalten werden könne, ohne dafs wir sie empfinden. — Die Sonnenstrahlen erzeugen höchst wahrscheinlich stets dieselbe Wärme von der höchsten Intensität; sind aber die Umstände ihrer Anhäufung nicht günstig, so zerstreut diese Wärme sich bald und hinterläfst keine Spur ihres Da-

*) Wenigstens die erste dieser beiden Erklärungen hat grofse Schwierigkeiten gegen sich. Zwar kenne ich darüber keine Versuche, ob *Eis* im *luftleeren* Raume ausdünstet; was aber den *Kampher* betrifft, so habe ich gefunden, dafs er darin viel leichter als in der Luft verdünstet, und konnte nicht bemerken, dafs das Licht darauf den mindesten Einfluss hat. Eben so verdünstet *Queckfilber* im luftleeren Raume viel schneller als in der Luft. *Pictet.*

Drittes Kapitel.

Starke Intenſitäten von Wärme finden, wo man ſie auch nicht wahrnimmt, ſtatt; chemiſche Folgerungen daraus.

Auch dieſes Kapitel beſchäftigt ſich noch mit Folgerungen aus der Entdeckung, daſs flüſſige Körper keine oder doch nur höchſt unvollkommene Wärmeleiter ſind. Und zwar damit, darzuthun, daſs höchſt wahrſcheinlich eine groſse Menge von Phänomenen, die man ganz andern Urſachen zugeſchrieben hatte, von einer *intenſiven Hitze* herrühren, die unter Umſtänden vorhanden iſt und wirkt, unter denen man nicht einmahl ihr Daſeyn vermuthet hätte.

„Sind Flüſſigkeiten keine Wärmeleiter," ſchlieſst der Graf, „ſo giebt es keine vortheilhaftern Umſtände, um eine ſolche intenſive Hitze beiſammen zu halten, als wenn ſie ſich in einer Flüſſigkeit befindet. Hier kann ſie an einige wenige Molekülen gebunden bleiben, ohne daſs ſie fühlbar oder für das Thermometer bemerkbar würde; und daſs das wirklich oft der Fall ſey, darauf ſcheinen mehrere Phänomene hinzudeuten. So z. B. hat man keinen Grund, anzunehmen, daſs Eis in den dampfförmigen Zuſtand übergehen könne, ohne vorher zu ſchmelzen, und doch verdünſtet es mitten im Winter. Wie läſst ſich das anders erklären, als daſs einige der Luftheilchen, die mit dem Eiſe in Berührung kommen, intenſive Hitze genug haben, um

einzelne Eistheilchen nicht blofs zu schmelzen, sondern auch, bevor sie aufs neue gefrieren, in Dampf zu verwandeln, oder dafs dieses durch die intensive Hitze bewirkt werde, die sich in einzelnen Eistheilchen aus dem verschluckten Lichte erzeugt. Beides ist möglich, da Eis nur ein schlechter Wärmeleiter ist. *) — Es ist mir selbst sehr wahrscheinlich, dafs die Metalle, wären sie minder gute Wärmeleiter, in den Strahlen der Sonne ausdünsten würden, wie das z. B. mit dem *Queckfilber* der Fall ist, das bei der gewöhnlichen Wärme der Luft ausdünstet."

„Es läfst sich nicht bezweifeln, dafs eine sehr intensive Hitze mitten in Massen kalter Flüssigkeiten, z. B. in den kleinen Molekülen fester Körper, die in ihnen herum schwimmen, hervorgebracht und zusammengehalten werden könne, ohne dafs wir sie empfinden. — Die Sonnenstrahlen erzeugen höchst wahrscheinlich stets dieselbe Wärme von der höchsten Intensität; sind aber die Umstände ihrer Anhäufung nicht günstig, so zerstreut diese Wärme sich bald und hinterläfst keine Spur ihres Da-

*) Wenigstens die erste dieser beiden Erklärungen hat grofse Schwierigkeiten gegen sich. Zwar kenne ich darüber keine Versuche, ob *Eis* im *luftleeren* Raume ausdünstet; was aber den *Kampher* betrifft, so habe ich gefunden, dafs er darin viel leichter als in der Luft verdünstet, und konnte nicht bemerken, dafs das Licht darauf den mindesten Einfluss hat. Eben so verdünstet *Queckfilber* im luftleeren Raume viel schneller als in der Luft. *Pictet.*

Drittes Kapitel.

Starke Intenſitäten von Wärme finden, wo man ſie auch nicht wahrnimmt, ſtatt: chemiſche Folgerungen daraus.

Auch dieſes Kapitel beſchäftigt ſich noch mit Folgerungen aus der Entdeckung, daſs flüſſige Körper keine oder doch nur höchſt unvollkommene Wärmeleiter ſind. Und zwar damit, darzuthun, daſs höchſt wahrſcheinlich eine groſse Menge von Phänomenen, die man ganz andern Urſachen zugeſchrieben hatte, von einer *intenſiven Hitze* herrühren, die unter Umſtänden vorhanden iſt und wirkt, unter denen man nicht einmahl ihr Daſeyn vermuthet hätte.

„Sind Flüſſigkeiten keine Wärmeleiter," ſchlieſst der Graf, „ſo giebt es keine vortheilhaftern Umſtände, um eine ſolche intenſive Hitze beiſammen zu halten, als wenn ſie ſich in einer Flüſſigkeit befindet. Hier kann ſie an einige wenige Molekülen gebunden bleiben, ohne daſs ſie fühlbar oder für das Thermometer bemerkbar würde; und daſs das wirklich oft der Fall ſey, darauf ſcheinen mehrere Phänomene hinzudeuten. So z. B. hat man keinen Grund, anzunehmen, daſs Eis in den dampfförmigen Zuſtand übergehen könne, ohne vorher zu ſchmelzen, und doch verdünſtet es mitten im Winter. Wie läſst ſich das anders erklären, als daſs einige der Lufttheilchen, die mit dem Eiſe in Berührung kommen, intenſive Hitze genug haben, um

einzelne Eistheilchen nicht blofs zu schmelzen, sondern auch, bevor sie aufs neue gefrieren, in Dampf zu verwandeln, oder dafs dieses durch die intensive Hitze bewirkt werde, die sich in einzelnen Eistheilchen aus dem verschluckten Lichte erzeugt. Beides ist möglich, da Eis nur ein schlechter Wärmeleiter ist. *) — Es ist mir selbst sehr wahrscheinlich, dafs die Metalle, wären sie minder gute Wärmeleiter, in den Strahlen der Sonne ausdünsten würden, wie das z. B. mit dem *Queckfilber* der Fall ist, das bei der gewöhnlichen Wärme der Luft ausdünstet."

„Es läfst sich nicht bezweifeln, dafs eine sehr intensive Hitze mitten in Massen kalter Flüssigkeiten, z. B. in den kleinen Molekülen fester Körper, die in ihnen herum schwimmen, hervorgebracht und zusammengehalten werden könne, ohne dafs wir sie empfinden. — Die Sonnenstrahlen erzeugen höchst wahrscheinlich stets dieselbe Wärme von der höchsten Intensität; sind aber die Umstände ihrer Anhäufung nicht günstig, so zerstreut diese Wärme sich bald und hinterläfst keine Spur ihres Da-

*) Wenigstens die erste dieser beiden Erklärungen hat grofse Schwierigkeiten gegen sich. Zwar kenne ich darüber keine Versuche, ob *Eis* im *luftleeren* Raume ausdünstet; was aber den *Kampher* betrifft, so habe ich gefunden, dafs er darin viel leichter als in der Luft verdünstet, und konnte nicht bemerken, dafs das Licht darauf den mindesten Einfluss hat. Eben so verdünstet *Queckfilber* im luftleeren Raume viel schneller als in der Luft. *Pictet.*

Drittes Kapitel.

Starke Intenſitäten von Wärme finden, wo man ſie auch nicht wahrnimmt, ſtatt chemiſche Folgerungen daraus.

Auch dieſes Kapitel beſchäftigt ſich noch mit Folgerungen aus der Entdeckung, daſs flüſſige Körper keine oder doch nur höchſt unvollkommene Wärmeleiter ſind. Und zwar damit, darzuthun, daſs höchſt wahrſcheinlich eine groſse Menge von Phänomenen, die man ganz andern Urſachen zugeſchrieben hatte, von einer *intenſiven Hitze* herrühren, die unter Umſtänden vorhanden iſt und wirkt, unter denen man nicht einmahl ihr Daſeyn vermuthet hätte.

„Sind Flüſſigkeiten keine Wärmeleiter," ſchlieſst der Graf, „ſo giebt es keine vortheilhaftern Umſtände, um eine ſolche intenſive Hitze beiſammen zu halten, als wenn ſie ſich in einer Flüſſigkeit befindet. Hier kann ſie an einige wenige Molekülen gebunden bleiben, ohne daſs ſie fühlbar oder für das Thermometer bemerkbar würde; und daſs das wirklich oft der Fall ſey, darauf ſcheinen mehrere Phänomene hinzudeuten. So z. B. hat man keinen Grund, anzunehmen, daſs Eis in den dampfförmigen Zuſtand übergehen könne, ohne vorher zu ſchmelzen, und doch verdünſtet es mitten im Winter. Wie läſst ſich das anders erklären, als daſs einige der Lufttheilchen, die mit dem Eiſe in Berührung kommen, intenſive Hitze genug haben, um

einzelne Eistheilchen nicht blofs zu schmelzen, sondern auch, bevor sie aufs neue gefrieren, in Dampf zu verwandeln, oder dafs dieses durch die intensive Hitze bewirkt werde, die sich in einzelnen Eistheilchen aus dem verschluckten Lichte erzeugt. Beides ist möglich, da Eis nur ein schlechter Wärmeleiter ist. *) — Es ist mir selbst sehr wahrscheinlich, dafs die Metalle, wären sie minder gute Wärmeleiter, in den Strahlen der Sonne ausdünsten würden, wie das z. B. mit dem *Queckfilber* der Fall ist, das bei der gewöhnlichen Wärme der Luft ausdünstet."

„Es läfst sich nicht bezweifeln, dafs eine sehr intensive Hitze mitten in Massen kalter Flüssigkeiten, z. B. in den kleinen Molekülen fester Körper, die in ihnen herum schwimmen, hervorgebracht und zusammengehalten werden könne, ohne dafs wir sie empfinden. — Die Sonnenstrahlen erzeugen höchst wahrscheinlich stets dieselbe Wärme von der höchsten Intensität; sind aber die Umstände ihrer Anhäufung nicht günstig, so zerstreut diese Wärme sich bald und hinterläfst keine Spur ihres Da-

*) Wenigstens die erste dieser beiden Erklärungen hat grofse Schwierigkeiten gegen sich. Zwar kenne ich darüber keine Versuche, ob *Eis* im *luftleeren* Raume ausdünstet; was aber den *Kampher* betrifft, so habe ich gefunden, dafs er darin viel leichter als in der Luft verdünstet, und konnte nicht bemerken, dafs das Licht darauf den mindesten Einfluss hat. Eben so verdünstet *Queckfilber* im luftleeren Raume viel schneller als in der Luft. *Pictet.*

ſeyns, die durch Inſtrumente oder durch die Sinnes-Organe könnte gemeſſen werden. Warum ſollten wir daher nicht annehmen, daſs ein Sonnenſtrahl, der beim Durchſtreichen durch kaltes Waſſer zufällig auf ein unendlich kleines darin ſchwimmendes Theilchen einer feſten undurchſichtigen Materie trifft, und davon verſchluckt wird, in dieſem eine Wärme von derſelben Intenſität, als ſie in dem Brennpunkte des ſtärkſten Brennſpiegels oder Brennglaſes ſtatt findet, erzeugen könne? *)“

*) „Geſetzt, ein Glas und das Waſſer darin, wären beide *vollkommen durchſichtig*, ſo können die Sonnenſtrahlen in beiden Stoffen gar keine Wärme erzeugen. Nun ſchwimme mitten im Waſſer ein höchſt feines Bernſteintheilchen, im Durchmeſſer nicht gröſser als ein Seidenfaden, und von einerlei ſpecifiſcher Schwere mit dem Waſſer, ſo müſſen die Sonnenſtrahlen, ſo wie ſie das Bernſteintheilchen treffen und davon verſchluckt werden, Wärme erzeugen; und zwar im höchſten Grade von Intenſität, wenn anders die Wirkung der Sonnenſtrahlen, wie wir annehmen, überall gleich iſt. Zuerſt bildet ſich dieſe Wärme an der Oberfläche des Bernſteins; ein Theil dieſer Wärme durchdringt den Bernſtein, der, wie alle feſte Körper, Wärme leitet; ein anderer Theil geht in die berührten Waſſertheilchen über; und geſchieht dieſer Uebergang ſchnell genug, daſs das Bernſteintheilchen bei jener groſsen Hitze nicht ſchmilzt, ſo werden wir ſie auf keine Art wahrnehmen. Denn verwandelt ſie vielleicht gleich das umgebende Waſſer in Dämpfe, ſo können ſich dieſe bei der

Hieraus erklärt Graf Rumford die auffallenden Wirkungen des Sonnenlichts in Sennebiers Verſuchen, wo es allmählig Veränderungen von derſelben Natur, wie ſie die höchſte Wärme hervorbringt, bewirkte. So wurde das Holz am Sonnenlichte auf der Oberfläche braun, d. i., verkohlt, wozu wenigſtens eine Glühhitze gehört; eben ſo wurde Hornſilber (*luna cornua*) am Sonnenlichte ſchwarz, d. h., wie der Graf glaubt, an der Oberfläche reducirt; Metallkalke und genäſste Leinwand verlieren am Sonnenlichte ihren Sauerſtoff, wodurch letztere gebleicht wird, und die grünen Blätter der Vegetabilien dünſten im Sonnenlichte Sauerſtoffgas aus, wobei ein wahres Verbrennen der färbenden Materie der Blätter vorzugehen ſcheint. Denn nach Sennebiers Verſuchen geht dieſe Materie, in Weingeiſt aufgelöſt, wenn ſie in Berührung mit Sauerſtoffgas den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt wird, in wenigen Minuten aus dem ſchönſten Grün in ein ſchmutziges Braun über, wobei der Weingeiſt ſehr warm wird.

Schnelligkeit, womit Dämpfe in Berührung mit kaltem Waſſer ſich condenſiren, kaum einen Augenblick lang halten, (derſelbe Grund, warum beim Abkühlen von glühendem Eiſen und Stahle kein Dampf aufſteigt, nur einige Blaſen Waſſerſtoffgas durch Zerſetzung des Waſſers abgeſchieden werden;) und um die Temperatur des ganzen Waſſers zu erhöhen, dazu iſt die Extenſion der Hitze zu geringe. *Gr. Rumford.*

Unter andern bekannten Beiſpielen von intenſiver Wärme, die ſich durch keine ſichtbaren Zeichen äuſsert, führt der Graf den Luftſtrom an, der von einem brennenden Lichte aufſteigt. Eiſen wird völlig rothglühend bei der Temperatur von ungefähr 1000° nach Fahrenheit. Meſſing ſchmilzt bei 3807°, Kupfer bei 4587°, Silber bei 4717°, und Gold bei 5237°. Wo alſo das Gold eine Schmelzung erleidet, da muſs natürlich dieſe letzte Temperatur ſtatt finden. Fein geſchlagener Gold-, Silber- und Kupferdraht, ſo wie man ihn zu den Treſſen braucht, ſchmilzt aber augenblicklich, wenn man ihn in die Flamme eines Lichtes, und in wenigen Sekunden, wenn man ihn einen Zoll hoch über dieſelbe hält; wo doch gar keine Spur von Feuer und Glühen zu ſehen iſt. Die Luft, oder wenigſtens eine Menge ihrer Theilchen, muſs daher bis zu dieſer Intenſität erwärmt ſeyn, wenn gleich die Anzahl dieſer erhitzten Theilchen unzureichend ſeyn kann, um irgend eine ſehr erhöhete Temperatur in einer groſsen Metallmaſſe oder in einem Thermometer hervorzubringen. Denn dieſes letztere zeigt immer nur die mittlere Temperatur aller Stoffe zuſammengenommen, die damit in dem Augenblicke in Berührung ſind. *)

*) „Ein anderer Grund, warum wir oft die gröſste intenſive Hitze nicht wahrnehmen, liege darin, daſs ſie ſich häufig zerſtreut, ehe ſie Zeit genug hatte, auf andere Körper, denen ſie mitgetheilt wird,

„Man sieht hieraus," sagt der Graf, „dafs selbst ein hoher Grad *freier Wärme* vorhanden seyn könne, ohne dafs man sie empfände oder nur vermuthete, und dafs sie vielleicht selbst da, wo man sie nicht wahrnimmt, sehr wirksam ist. Billig mufs man daher sehr behutsam seyn, bei Wirkungen, denen analog, die das Feuer hervorbringt, zu andern Wirkungsmitteln, besonders zu *unbekannten*, seine Zuflucht zu nehmen. Und das gilt besonders von den angeführten Versuchen Sennebiers. *)

chemisch zu wirken. Ein Beispiel davon giebt das *Pulver* auf der Zündpfanne, das oft von glühenden Stahlfunken, die hineinfallen, nicht entzündet wird. Hier ist doch gewifs in den glühenden Eisentheilchen eine grofse Intensität von Hitze, mehr als zum Entzünden des Pulvers nöthig ist, nur dafs sie nicht lange genug vorhanden bleibt, um den Schwefel im Pulver zu schmelzen und zum Kochen zu bringen, da es stets die Dämpfe des kochenden Schwefels sind, die sich entzünden, wenn das Pulver losbrennt. Wären diese Dämpfe Wärmeleiter, so würde das Pulver höchst wahrscheinlich weit weniger entzündbar seyn. *Gr. Rumford.*

*) Diese Materie führt Graf Rumford weiter aus in einer *Untersuchung über die chemischen Wirkungen, die man dem Lichte zuschreibt*, welche in dem neuesten Bande der *Philosophical Transactions for* 1798, P. 1, abgedruckt, und daraus in Scherers *Journal der Chemie*, Heft 7, übersetzt ist. „Die Veränderungen, welche in den Körpern durch das Sonnenlicht hervorgebracht werden, beruhen keines-

„Aus dieſer Vorſtellung über die mögliche intenſive Wärme einzelner Theilchen einer Flüſſigkeit, oder einzelner feſter Körpertheilchen, die in der Flüſſigkeit ſchwimmen, läſst ſich eine groſse Schwie-

weges etwa auf den chemiſchen Verbindungen, in die der Lichtſtoff mit ihnen tritt, ſondern lediglich auf der groſsen intenſiven Hitze, die in den Theilchen entſteht, welche das Sonnenlicht verſchlucken.“ Dieſe intereſſante Behauptung, die für die Chemie von groſsem Einfluſſe iſt, bewährt der Graf in dieſer Abhandlung durch mehrere ſcharfſinnige Verſuche, indem er Gold- und Silberkalk an der Lichtflamme und im Sonnenlichte verglaſte, und das Gold mittelſt Kohlen auf naſſem Wege, ſowohl *mit* als *ohne* Beihülfe des Sonnenlichts, aus dem Goldkalke wiederherſtellte. Zu dem erſten Verſuche veranlaſsten ihn die intereſſanten Wahrnehmungen der Frau Fulham. Er dampfte eine Goldauflöſung, (in Königswaſſer,) bis zur Trockne ab, löſte ſie dann in Waſſer auf, zog ein weiſsſeidnes Taftband, oder Papier, Leinwand, Baumwolle, Talkerde u. ſ. w., hindurch, und hielt dieſes dann in verſchiedenen Lagen an die Flamme eines Wachslichts oder an die Sonne. 1½ Zoll über die Flamme gehalten, entſtand in 10 Sekunden ein purpurrother Kreis, der ſich ſehr ſchnell erweiterte, und zuletzt über das ganze Band verbreitete; der Ueberzug von der ſchönſten Purpurfarbe war ſelbſt von Säuren unzerſtörbar, zeigte aber nirgends reguliniſches Gold. Senkrecht neben die Flamme gehalten, blieb das Band ½ Zoll davon unverändert, bekam aber, ⅛ Zoll davon gehalten, (wo Treſſendraht ſchmolz,) carmoiſinrothe Streifen. In einem offenen Glaskolben der Sonne ausgeſetzt, fing es ſich in einigen Minuten an zu färben und wurde in

gkeit in der Hypotheſe wegräumen, nach welcher de chemiſche Auflöſung nichts als ein Schmelzen, nd Niederſchläge und Kryſtalliſationen,) dem Gefrieen gänzlich analog,) insgeſammt bloſse Wirkungen

5 Stunden dunkel carmoiſinroth. In einem zweiten Kolben, den man in einen ſchwarzen Cylinder geſchoben hatte, ging nicht die geringſte Farbenänderung in der Goldauflöſung vor. Der Verſuch gelang gerade ſo mit Talkerde. Die ſo mit flüſſigem Gold-, nachher auch mit Silberkalke erzeugten Farben ſind vollkommen denen analog, welche dieſe Kalke in den Schmelzöfen beim Emailliren annehmen. Müſſen wir daher nicht annehmen, daſs die Wärme in beiden Fällen gleichmäſsig wirkt, und im erſten ſowohl als im zweiten den Gold- und Silberkalk verglaſt. Zuvor getrocknet und dann dem Sonnenlichte ausgeſetzt, bildeten ſich auf dem Bande nur ſehr ſchwache oder gar keine Farben, die aber erſchienen, ſobald das Band mit Waſſer angefeuchtet wurde, ſo daſs Waſſerdämpfe zu dieſem Verglaſen unentbehrlich ſcheinen. Bei der Lichtflamme giebt der verbrennende Stoff dieſe Waſſerdämpfe her.

Zu dem zweiten Verſuche nahm Graf Rumford eine an einer Seite zugeſchmolzene, 10 Zoll lange und $\frac{3}{5}$ Zoll weite Glasröhre, füllte ſie 2 Zoll hoch mit Kohlenſtücken von der Gröſse einer Erbſe, goſs ſo viel Goldauflöſung hinzu, daſs ſie ganz bedeckt wurden, und ſetzte ſie der Wirkung des Sonnenlichts aus. Schon nach einer halben Stunde zeigte ſich hier und da auf den Kohlen reducirtes Gold, und nach 6 Stunden war die gelbliche Auflöſung vollkommen farbenlos, ſo hell und durchſichtig als das reinſte Waſſer, und dafür die innere Seite der

der Wärme ſind. — Alle Stoffe zeigen ſich uns nämlich unter einer dreifachen Geſtalt, *feſt*, *tropfbar* und *elaſtiſch-flüſſig*; jeder kann in dieſen drei Zuſtänden erſcheinen; und welchen dieſer Zuſtände

Glasröhre an der Oberfläche der Auflöſung in einem $\frac{1}{10}$ Zoll breiten Ringe aufs ſchönſte vergoldet, und auch die Kohlen hin und wieder mit Gold überzogen. Sechsmahl wiederholt, gab dieſer Verſuch immer daſſelbe Reſultat. Die Vergoldung war ſo dünn, daſs der Graf ihre Dicke nur auf 1 Millionstheil eines Zolls ſchätzt, und beſtand aus lauter Goldſchuppen. Je mehr die Goldauflöſung diluirt war, deſto ſchneller geſchah die Reduction. — Als dieſelbe Vorrichtung getroffen, die Glasröhre aber in einen Cylinder von Zinn verſchloſſen und ſo der Siedehitze des Waſſers ausgeſetzt wurde, erfolgte gerade daſſelbe, nur daſs das reducirte Gold alles an den Kohlen ſaſs. — Beide Verſuche gelangen gerade ſo mit Silberkalk, wobei das wiederhergeſtellte Silber ſich in Haaren, bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll lang, um die Kohlen anſetzte, die beim Schütteln abfielen, indeſs das Gold ſich ſchuppenförmig reducirte.

Nicht bloſs Kohle, auch Schwefel-Aether, der Gold- oder Silberauflöſung zugeſetzt und dann an das Licht geſtellt, reducirte den Goldkalk ſehr ſchnell, der in Blattgold herabſank oder obenauf ſchwamm. Eben ſo Terpentin-Oehl und Oliven-Oehl, wenn ſie, zur verdünnten Gold- oder Silberauflöſung geſetzt, der Siedehitze des Waſſers ausgeſetzt wurden; nicht aber Alkohol, obgleich der Kohlenſtoff einen Beſtandtheil deſſelben ausmacht.

Hierbei verdient eine Bemerkung, welche Sage im *Journal de Phyſique*, An 7, T. V, p. 163,

e wirklich annimmt, das hängt lediglich von dem rade der Wärme ab, der ihm in dem Augenblicke eigemiſcht iſt. Für jede Art von Stoff geſchieht ieſe Veränderung ihres Zuſtandes bei gewiſſen fe- en Temperaturen; wäre das nicht, ſo würden ir wahrſcheinlich keinen Stoff vom andern unter-

mittheilt, Erwähnung. „Aether auf eine Goldauflöſung gegoſſen, bemächtigt ſich ſogleich des Goldes und wird gelb, indeſs das Königswaſſer ſich entfärbt. Verſchlieſst man die Flaſche hermetiſch, ſo findet man in ihr nach 6 bis 12 Monaten das reducirte Gold zwiſchen dem Aether und dem Königswaſſer ſchwimmend, bald in Geſtalt feſter, klingender, elaſtiſcher und glänzender Dendriten, die aus einer Menge Polyedern zuſammengeſetzt ſind, bald in körnigen und klingenden Blättchen. In beiden Fällen iſt die Kryſtalliſation verwirrt; doch erhielt ich das Gold zweimahl in dicken oblongen Blättchen, mit ſehr glänzenden dreiſeitigen Facetten, (*Cryſtallographie par Romé Delisle*, Vol. 1, p. 233.) — Auch habe ich gezeigt, daſs der *Phosphor* die Eigenſchaft beſitzt, das Gold aus der Goldauflöſung zu reduciren. Dieſes ſetzt ſich, gleich einer Scheide, um den Phosphor, iſt matt, klingend und dehnbar, und zeigt auf ſeiner körnigen Oberfläche Spuren von Kryſtalliſation. Gerieben erhält die Oberfläche ſehr bald den Metallglanz. Dieſe Reduction durch den Phosphor wird unter dem Waſſer, ohne Wärme und Aufbrauſen, bloſs mittelſt des Stoffs bewirkt, der die Phosphorſäure bindet, (*fend vencret*,) ihr die Eigenſchaft, an der Luft zu leuchten, mittheilt, und Aether und Oehlen das Vermögen, zu brennen, giebt.“ *d. H.*

ſcheiden können, und hierauf, dünkt mich, beruht allein *der weſentliche Unterſchied der Stoffe* in der Natur. Aus der Verrückung dieſer feſten Punkte ſcheint hauptſächlich die groſse Mannigfaltigkeit in den Zuſammenſetzungen und Zerſetzungen zu entſpringen, die auf der Erde unaufhörlich vor ſich gehen. — Nimmt man dazu die Veränderlichkeit dieſer Punkte mittelſt chemiſcher Verbindungen ſpecifiſch-verſchiedener Stoffe, ſo ſetzt uns alles dieſes vielleicht in den Stand, uns deutlichere Vorſtellungen über den *mechaniſchen Gang* in chemiſchen Operationen, und beſonders bei den chemiſchen Verwandtſchaften zu machen. — Doch ich fühle mein Unvermögen zu einer ſolchen Unternehmung, und halte hier inne, wo ich manchen vielleicht ſchon viel zu weit vorgeſchritten dünke."

Viertes Kapitel.

Vermiſchte Verſuche.

Von jener weit entlegenen Speculation kommt Graf Rumford nun zu den fruchtbarern Feldern der Erfahrung zurück, und beſchlieſst dieſen Aufſatz mit einem Berichte über eine Reihe intereſſanter Verſuche, aus denen er es dem Scharfſinne des Leſers überläſst, Folgerungen zu ziehen. Sie zeigen, bis auf den letzten, insgeſammt, daſs weder Wärme noch ſtrahlende Hitze durch Waſſer und geſchmolzenes Talg oder Wachs ſich nach unten verbreiten.

1. Wenn man ein Thermometer mit langem cylindrischen Queckfilberbehälter, das auf irgend einer Temperatur über dem Gefrierpunkte steht, bis an die Hälfte des Queckfilberbehälters in eine Mischung aus zerstofsenem Eise und Waffer setzt; so fällt das Queckfilber in der Röhre nur halb so tief, als wenn man den ganzen Behälter in die Mischung taucht. Dieser Verfuch geräth nicht minder, wenn man über die obere Hälfte des Queckfilberbehälters eine mit feinem Pelzwerke gefütterte Scheide zieht, um während des Verfuchs den Zutritt der Wärme aus der Luft zu demfelben abzuhalten. Beide Verfuche zeigen, dafs die obere Hälfte des Queckfilbers, während der untere Theil des Behälters in die gefrierende Mifchung getaucht ift, nicht abgekühlt wird, und dafs alfo die Wärme fich im Queckfilber nicht niederwärts verbreitet, und eben fo wenig im Weingeifte, da daffelbe bei einem Weingeift-Thermometer ftatt findet.

2. Eiskaltes Waffer, das in einer dünnen Glasröhre über Eis fteht, läfst fich darin zum Kochen bringen, wenn man die Röhre fchräg über ein Licht hält; und die Flamme anfangs nach oben zu, und fo wie das Kochen zunimmt, allmählig tiefer hinabwärts anfpielen läfst. So kann man die ganze Waffermaffe in der Röhre bis $\frac{1}{4}$ Zoll weit vom Eife zum heftigften Sieden bringen, ehe das Eis zu fchmelzen anfängt.

3. In eine flache hölzerne Schale wurde auf zwei Wachsftückchen ein fehr kleines Thermometer

gelegt, dann kaltes Waſſer hinein gegoſſen, welches die Kugel $\frac{1}{4}$ Zoll hoch bedeckte, und eine glühende eiſerne Kugel von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, in der Entfernung eines Zolls, ſenkrecht über das Thermometer gehalten. Kaum verſpürte man am Thermometer den geringſten Einfluſs der ſtrahlenden Hitze der glühenden Kugel. So auch nicht, wenn man, ſtatt des Waſſers Oehl in die Schale goſs. Durch die bloſse Luft drang aber die Wärme ſehr bald zum Thermometer herunter. *)

Als die glühende Kugel nur $\frac{1}{16}$ Zoll über der Oberfläche einer horizontal liegenden *Eisſcheibe*, die 1 Zoll dick war, aufgehangen wurde, ſo zerſchmolz zwar das Eis unmittelbar unter der Kugel, jedoch nur bis auf eine ſehr geringe Tiefe. Das erzeugte Waſſer bewegte ſich ſehr langſam vom Mittelpunkte nach dem Umfange der Höhlung, und ſo entſtand zuletzt ein ſehr flaches kreisförmiges Becken, von 2 bis 3 Zoll im Durchmeſſer, das in der Mitte, unmittelbar unter der Kugel, am tiefſten war. — Dieſer

*) Ich habe dieſen Verſuch mit der Luft mittelſt einer eignen Art von *Thermoſkop* wiederholt, worin Waſſerdämpfe im luftleeren Raume die wärmemeſſende Flüſſigkeit ſind. Dieſes Inſtrument iſt ſo auſserordentlich empfindlich, daſs, wenn die Hand bis 8 Zoll darüber gehalten wird, es augenblicklich ſteigt, obgleich die ſtrahlende Wärme der Hand erſt durch das Glas dringen muſs, bevor ſie die Waſſerdämpfe ausdehnen kann. *Pictet.*

ſer Verſuch wurde mit einer Scheibe aus *Talg* und einer aus *Wachs* wiederholt; und bei beiden zeigte ſich der ſonderbare Umſtand, daſs die eingeſchmolzene Höhlung, ſtatt, wie beim Waſſer, in der Mitte am tiefſten, oder, wie der Graf es erwartete, ganz eben zu ſeyn, *convex* war, und in eine Erhabenheit auslief, die ſich faſt in der Oberfläche der Scheibe, und höchſtens $\frac{3}{16}$ Zoll von der Kugel endigte. „Ich fand mich nicht wenig gedemüthigt," ſagt der Graf, „durch dieſes Beiſpiel der Ungewiſsheit im Vorherbeſtimmen von Ereigniſſen, die ſich zum erſten Mahle zutragen. Konnte ich gleich mit Gewiſsheit die Richtung der Ströme in der geſchmolzenen Maſſe vorherſagen, ſo hatte ich doch nichts weniger erwartet, als daſs der Punkt, der den geringſten Grad von Wärme erhält, gerade der ſeyn würde, der der glühenden Kugel am nächſten war, und daſs ſich hier im Talge ein Berg bilden würde. Das mögen ſich die zur Warnung gereichen laſſen, die auf Verſuche bauen, welche nicht angeſtellt ſind, und über deren Reſultate ſie bloſse Vermuthungen wagen."

Nicholſon erklärt ſich über die Urſache dieſes merkwürdigen Unterſchieds, wie folgt, womit auch Pictets weitläuftigere Auseinanderſetzung übereinſtimmt: „Dieſer Verſuch iſt die einzige unmittelbare Thatſache, die ich mich in den *Eſſay's* des Grafen gefunden zu haben erinnere, welche ſich als ein Beweis für die Behauptung anführen läſst, daſs Waſſer die *einzige* Flüſſigkeit iſt, die, wenn

ſie dem Froſtpunkte nahe kommt, ſich beim Erkalten ausdehnt, und ſich umgekehrt bei Erhöhung der Temperatur zuſammenzieht. Denn aus dieſer Eigenthümlichkeit würde folgen, daſs in dem geſchmolzenen Eiſe unmittelbar unter der Kugel ein Strom erwärmten Waſſers niederſteigen muſs, während an dem Umfange der Höhlung ſich ein aufſteigender Strom bildete. Dehnen ſich aber dagegen Talg und Wachs von dem Punkte ihrer Schmelzung an, mit zunehmender Temperatur immerfort aus; ſo wird das erwärmte Fluidum unter der Kugel nicht niederwärts gehen, ſondern ſich ſeitwärts ausbreiten und dort herabſteigen, während der aufſteigende Strom der kalten Flüſſigkeit nun die Mitte einnimmt und einen Theil des Talgs am Schmelzen hindert.

4. Durch einen Zufall blieb in einem abgelegenen Theile der Wohnung ein offenes Glas, worin ſich eine ſtarke Auflöſung von Kochſalz über einer Schicht Queckſilber befand, ein halbes Jahr lang ſtehen. Während deſſen hatten ſich im Salzwaſſer zwei herrliche Salzkryſtalle gebildet, vollkommen parallelepipediſch, der gröſsere $\frac{14}{16}$ Zoll lang, $\frac{11}{16}$ breit und $\frac{5}{16}$ hoch. Sollte nicht zu dieſer Gröſse und Regelmäſsigkeit der Kryſtalle das Queckſilber irgend etwas beigetragen haben? „Mir ſcheint das nicht wahrſcheinlich,“ ſagt Nicholſon, „und vermuthlich würde eine gleich langſam und ungeſtörte Verdünſtung auch unter andern Umſtänden daſſelbe bewirkt haben.“

5. Eine ähnliche Bemerkung läfst fich über die Beobachtung machen, nach der Oliven-Oehl, das ein halbes Jahr lang an der Luft, auf Salzwaffer, und an einem Orte ftand, wo kein Sonnenftrahl hinkam, farbenlos wurde. Daffelbe ereignet fich bei dem Oliven-Oehle, wenn es in den Werkftätten in zugedeckten Gefäfsen zurückbleibt.

6. Einen Theil diefes farbenlofen Oehls, welches unvollkommen gefroren war, benutzte der Graf, um zu verfuchen, ob die ftrahlende Wärme der glühenden Kugel durch daffelbe herabfteigen werde, in welchem Falle der gefchmolzene Theil des Oehls eine hemifphärifche oder eine andere convexe Form hätte annehmen müffen. Diefes gefchah aber nicht, fondern die Oberfläche unter dem flüffigen oder gefchmolzenen Theile blieb vollkommen eben, woraus der Graf fchliefst, dafs die Schmelzung allein durch die von den Seiten des Glafes verfchluckte oder erzeugte Wärme hervorgebracht werde, und dafs das flüffige Oehl die ftrahlende Wärme der glühenden Kugel nicht herabwärts fortgepflanzt habe.

Eine den Winden ähnliche Circulation in einer Flüffigkeit.

7. Der letzte Verfuch in diefem *Eſſay* ftellt eine auffallende Wirkung der Circulation in einer Flüffigkeit unter verfchiedenen Umftänden dar. Als das in diefen Annalen, Band 1, Stück 2, S. 342, befchriebene Inftrument zufällig an das Fenfter einer

geheizten Stube geſtellt worden war, hatte die Verſchiedenheit der Temperatur nach dem Fenſter und nach der entgegengeſetzten Seite zu, eine beſtändige Circulation in der Flüſſigkeit bewirkt. Dieſe unterhaltende Erſcheinung bewog den Grafen, in das Fenſter einer Stube, die nach Süd-Oſt lag, und daher einen groſsen Theil des Tages über die Sonne hatte, ſtatt einer der Scheiben ein Käſtchen aus Glasplatten einſetzen zu laſſen, das 13 Zoll hoch, $10\frac{1}{2}$ Zoll breit und von der vordern bis zur hintern Platte 1 Zoll weit war. Dieſes füllte er halb, (und wie ich vermuthe, nachher ganz,) mit einer Salzauflöſung voll Bernſteinſtückchen von derſelben ſpecifiſchen Schwere, dergleichen St. 2, S. 342, beſchrieben wird, und erwartete nun in dieſem Käſtchen die gewöhnlichen Ströme wieder zu ſehen, da die Stube viel wärmer als die Luft draufsen war. Aber zu ſeinem groſsen Erſtaunen war die Richtung der Ströme nicht mehr vertical, ſondern horizontal, gleich entgegengeſetzten Winden, die in den verſchiedenen Regionen dieſer künſtlichen Atmoſphäre entſtanden und eine lange Zeit mit der gröſsten Regelmäſsigkeit herrſchten. Die kleinen Bernſteinſtückchen häuften ſich dabei mannigfach zuſammen, und bildeten Wolken von den ſonderbarſten Formen, die, von den Winden getrieben, den Zauber dieſes Schauſpiels vollendeten.

Verſchiedene hinzukommende Nebenumſtände gaben dieſen Bewegungen eine noch gröſsere Aehn-

lichkeit mit jenem Schauſpiele in der wirklichen Atmoſphäre. Die Sonne ſchien gerade gegen das Fenſter, und erzeugte beſonders am Boden des Glaskaſtens eine beträchtliche Wärme. Die hier abgeſetzten Bernſteinſtückchen wurden dadurch ausgedehnt und ſtiegen in die Höhe; anfangs ſenkrecht, doch ſchon in einer kaum merklichen Höhe veränderten ſie ihre Richtung und bewegten ſich horizontal fort. Dieſes erinnerte mich an eine in den heiſsen Ländern ſehr gewöhnliche Erſcheinung, die mich in meiner Jugend häufig ergötzt hatte. Bei einer ſehr trocknen, heiſsen und ruhigen Luft, wenn die Sonne ſtark brennt, ſcheint die unterſte Luftſchicht, zunächſt über dem Boden, heftig bewegt und gleichſam im Aufkochen zu ſeyn; eine Erſcheinung, die dicht über dem Boden ſehr bemerkbar iſt, ſich aber in der Höhe von 5 bis 6 Fuſs verliert. Sollte dieſe Bewegung nicht aus dem Anſteigen der warmen und dem Sinken der kältern Luft entſtehen, und ſollte das Zuſammenſtoſsen dieſer Luftmaſſen nicht Winde in ſchräger Richtung erzeugen, wie hier in dem Glaskaſten die Ströme, die auch nie vollkommen horizontal, ſondern immer etwas ſchräg waren.

Eine merkwürdige Erſcheinung ſtellte ſich regelmäſsig an jedem Tage die drei Wochen hindurch ein, daſs dieſer Verſuch fortgeſetzt wurde. Die Wolken, die von den verſchiedenen Strömen, deren zuweilen ſechs bis ſieben von entgegengeſetzter

Richtung ſich zugleich im Fluido zeigten, den ganzen Tag lang herumgetrieben wurden, vereinigten ſich nämlich am Abend ſtets in groſsen Maſſen, die bald in einer, bald in zwei, zuweilen auch in drei Schichten, in verſchiedenen Höhen ſtanden, und in dieſer Lage allem Anſcheine nach, die ganze Nacht hindurch, in vollkommener Ruhe verharrten. Die nächſte Urſache davon war das Verlöſchen des Feuers in der Stube; ſollte indeſs nicht, fragt der Graf, auch die Abweſenheit des Sonnenlichts dabei mit eingewirkt haben? „Die gröſste Geſchwindigkeit, die ich," ſagt er, „in den Strömen beobachtete, war von 2 Zoll in einer Minute. Auch muſs ich noch bemerken, daſs, da ich gleich anfangs nicht genug Salzauflöſung hatte, ich abwechſelnd Waſſer und Salz in den Glaskaſten tröpfelte und alles umrührte, welches vielleicht mit auf dieſe Erſcheinungen einwirken konnte."

Ein zufälliges Zerbrechen des Glaskäſtchens, durch die Unvorſichtigkeit eines Bedienten, machte dem Verſuche ein Ende.

II.

BESCHREIBUNG NEUER THERMOMETER.

1. LEMAISTRES *Beſchreibung eines von* SIX *erfundenen Thermometers, welches den gröſsten und geringſten Wärmegrad, der während einer gewiſſen Zeit eingetreten iſt, aufzeichnet.* *)

Dieſes Thermometer, welches von einem Engländer Six erdacht, und auf Taf. V, Fig. 1, abgebildet iſt, beſteht aus einer zweimahl gekrümmten Glasröhre *abcd*, und einem kleinen daran geſchmolzenen Glascylinder *ag*. Der Cylinder und der Theil *aby* der Röhre ſind mit Alkohol gefüllt, der Theil *ycz* hingegen mit Queckſilber; jener dient als Wärmemeſſer, und beide berühren ſich ohne einen Luftzwiſchenraum; das Stück *cd* iſt leer und bei *d* offen. Wird der Alkohol bei zunehmender Wärme ausgedehnt, ſo drückt er auf die Queckſilberſäule in *y* und treibt dieſe in den Schenkel *byc* hinunter und in dem andern Schenkel *czd* hinauf. Beide Schenkel haben gleiche Eintheilung; nach der Einrichtung des Erfinders die Fahrenheitiſche. Wenn daher da, wo in der Figur

*) *Journal de Phyſique, de Chimie* etc., par Delamétherie, T. V, p. 150.

o ſteht, der Punkt des gefrierenden Waſſers in beiden Schenkeln iſt, ſo müſſen von *o* nach *o*, und in dem andern Schenkel von *o* nach *d* gleiche Eintheilungen aufgetragen werden, und ſo auch nach den entgegengeſetzten Seiten zu.

Bei *i* und *k* ſieht man kleine, ſehr leichte, eiſerne Pfeile, die im Feuer bronzirt und bei *lm* in ihrer wahren Gröſse vorgeſtellt ſind. Die beiden Stückchen Haar *n* und *o* thun die Dienſte einer elaſtiſchen Feder, und drücken ſo ſtark gegen die Wände der Röhre, daſs der Pfeil, der mit ſeinem breiten Fuſse auf dem Queckſilber ruht, zwar mit dieſem die Röhre hinaufſteigen, aber nicht wieder zurückſinken kann, weil nach der erſten Richtung hin die Haare ſogleich nachgeben, dagegen nach der zweiten zu, ſich vor die Wände der Röhre ſtemmen, und den Pfeil beim Zurückſinken des Queckſilbers hängend erhalten. So zeigen dieſe beiden Pfeile den höchſten und niedrigſten Stand des Queckſilbers, alſo die gröſste und geringſte Wärme an, welche während irgend einer Zeit eingetreten iſt. Will man nach einer ſolchen Beobachtung das Thermometer aufs neue zu einer Beobachtung einrichten, ſo zieht man das eiſerne Pfeilchen mittelſt eines Magnets auf die Oberfläche des Queckſilbers zurück. Man muſs darauf ſehen, daſs der Fuſs des Pfeils *i* nicht zu breit ſey, damit er dem ſich ausdehnenden Weingeiſte kein Hinderniſs, hinabzuſteigen, in den Weg ſetze, und dieſem ein völlig freies Spiel laſſe. Die

Thermometerröhre hatte eine Weite von 1½ Millimeter, oder von ungefähr einer halben Linie.

Der Mechanismus dieſes Inſtruments ſcheint der Empfindlichkeit und der Genauigkeit deſſelben keinen Eintrag zu thun, und der D. Rouppe, Profeſſor der Phyſik zu Rotterdam, ein Mann, auf deſſen Urtheil man ſich verlaſſen kann, bedient ſich ſeit einiger Zeit keines andern Thermometers. Man kennt das Barometer mit einem Index, mittelſt deſſen man den Barometerſtand in Tiefen findet, zu denen man nicht hinabſteigen mag. Gerade ſo können der Bergmann, der Geologe und der Meteorologe ſich dieſes ſinnreichen Thermometers bedienen, mit dem ſich auch die Verſuche über die Temperatur des Meers in der Tiefe vervollſtändigen laſſen. *A.*

2. *Beſchreibung eines Thermometrographen, angegeben von* L. A. von Arnim.

Nicht jede Veränderung eines Inſtruments iſt eine Verbeſſerung deſſelben; billig ſollte daher eine jede ſolche Veränderung von ihrem Urheber gerechtfertigt, und daſs bis dahin dem Bedürfniſſe, für welches er ſorgt, noch nicht abgeholfen worden, bewieſen werden.

Das im vorigen Aufſatze beſchriebene Thermometer von Six nähert ſich zwar in etwas einem Thermometrographen, hat aber keinen Anſpruch auf dieſen Namen, da es nur das Maximum und Minimum der Wärme, nicht den ganzen Gang der-

ſelben während einer beſtimmten Zeit anzeigt. Beides leiſtet der von mir erdachte Thermometrograph, der daher durch das Sixiſche Thermometer nicht entbehrlich wird.

Doch ſelbſt nicht einmahl das Maximum und Minimum der Wärme kann nach der Sixiſchen Einrichtung genau und verſtändlich genug angegeben werden; und der Beifall, den ihr der D. Roupp e geben ſoll, läſst ſich höchſtens nur in ſo fern rechtfertigen, als es bisher an einem beſſern Inſtrumente fehlte. Nicht bloſs der Luftdruck wirkt auf daſſelbe, und dieſer iſt veränderlich, ſondern der Weingeiſt leidet überdies noch bei verſchiedenem Stande des Queckſilbers in den beiden Schenkeln, mithin unter allen verſchiedenen Wärmegraden, von dem Queckſilber einen verſchiedenen Druck. Auch abgeſehen von dem veränderlichen Luftdrucke, (dem ſich abhelfen lieſse, wenn man die Röhre luftleer machte und bei *d* zuſchmelzte,) müſſen die Grade des Sixiſchen, im Vergleiche mit den Graden anderer Thermometer, ungleich werden. Hier wirken auſserdem als Wärmemeſſer zwei Körper zuſammen, (Weingeiſt und Queckſilber,) welche bei einerlei Veränderungen der Temperatur auf das Verſchiedenſte ausgedehnt werden, *) und nach Lamberts Verſuchen, dem Lichte ausgeſetzt, ſehr

*) de Lüc's *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, I, 430.

verſchiedene Wärmegrade annehmen. *) Auch dieſe Verſchiedenheit der Ausdehnung beider Subſtanzen in gleichen Wärmegraden muſs in einem Inſtrumente, in welchem ſie beide gemeinſchaftlich den Stand beſtimmen, ungleich wachſende Grade, in Verhältniſs zu den gleichen Graden eines andern Thermometers, hervorbringen. Die Grade dieſes Thermometers können daher nicht durch unmittelbare gleiche Eintheilung des Raumes zwiſchen dem Froſt- und Siedepunkte gefunden, ſondern müſſen durch ein anderes Thermometer beſtimmt werden, von dem man doch nie mit Gewiſsheit wiſſen kann, ob es dieſelbe Temperatur wie das zu graduirende hat. Ferner verdunſtet auch das Queckſilber ſchon bei einer mittlern Wärme, **) und die Röhre wird mit Staub und Feuchtigkeit bedeckt; beides iſt der Genauigkeit gleich hinderlich. Mein letzter Zweifel trifft endlich die beiden kleinen Pfeile. Unmöglich kann ich glauben, daſs dieſe kleinen Körper, die ſo loſe ſind, daſs ſie ſich nicht unter die Oberfläche des Queckſilbers ſenken, und daſs ſie nur durch einen Magnet herabgezogen werden, die nur durch ein ſeitwärts gelegtes Pferdehaar ſich halten, und von denen einer ſtets durch den Weingeiſt ge-

*) Lambert's *Pyrometrie*, S. 153 bis 155.

**) Man erinnere ſich an Achard's Erfahrung, bei welcher eine Quantität Queckſilber, die zufällig auf dem Ofen ſeines Zimmers frei ſtand, bei allen Bewohnern dieſes Zimmers einen Speichelfluſs hervorbrachte.

mäſst wird; daſs, ſage ich, dieſe beim Sinken des Queckſilbers ſtehen bleiben und nicht bei der geringſten Erſchütterung hinunter ſinken ſollten. Uebrigens iſt das Sixiſche Thermometer, der weſentlichen Einrichtung nach, gar nicht von dem Rutherfordiſchen verſchieden, welches in den Edinburger *Transact.*, Vol. III, 1794, und im *Voigtiſchen Magazine*, Th. X, St. 3, S. 175, beſchrieben wird. Nur vertreten bei jenem kleine Glasſtücke die Stelle der Pfeile.

In den Repertorien, wie dem Gehlerſchen und andern, in denen ich nachſchlug, fand ich keines Thermometrographen erwähnt; ich führe daher nur noch an, daſs Fontana vor einigen Jahren von acht Inſtrumenten, *) nämlich einem Thermometer, Barometer, Hygrometer, Anemometer, (die Stärke und Schnelligkeit des Windes zu meſſen,) einem Ausdünſtungsmeſſer, einem Manometer und einem Regenmeſſer, Nachricht ertheilte, die alle ihre Beobachtungen, theils durch Linien, theils durch Punkte aufzeichnen, ohne jedoch, was ſicher vielen, die gleiche Beobachtungen anſtellen wollen, ſehr willkommen geweſen wäre, etwas von ihrer Einrichtung zu ſagen.

Die 2te Figur auf Tafel V ſtellt den von mir erdachten Thermometrographen dar. Er beruht dar-

*) *Magazin encyclopédique redigé par* Millins, Tome IV, An 2, Nro. 16, p. 464.

auf, dafs das Queckfilber, welches bei einer hohen Temperatur die ganze Röhre des Thermometers erfüllt, bei einer ſinkenden Temperatur in die Kugel und näher nach der Kugel ſich zurückzieht, ſo dafs, wenn man vorher Röhre und Kugel ins Gleichgewicht gebracht hat, dieſes durch Erniedrigung der Temperatur geſtört wird. Das Thermometer *ab*, welches dazu erfordert wird, mufs, um empfindlich zu ſeyn, mit einer längern weitern Röhre und einer verhältnifsmäfsigen Kugel verſehen ſeyn. Es ruht in der fein gearbeiteten und gut getheilten Meſſingſkale *cd*, welche durch die Achſe *e* (wie gewöhnlich mit einer ſcharfen Schneide,) in den beiden Pfannen *f* und *f* ruht. An der der Kugel gegen über ſtehenden Seite befindet ſich eine feine Schraube *dg*, die ſich in eine Spitze endigt; ſie dient: ein Mahl, den horizontalen Stand des Thermometers anzuzeigen, und dann, um durch Vor- oder Zurückſchrauben das kleine Gewicht *h* längs der Skale zu verſchieben, um mittelſt deſſelben das Gleichgewicht bei einer gewiſſen Temperatur hervorzubringen.

Nun mufs man wiſſen, wie hohe Grade der Hitze man beobachten will. Bis zu dieſen erwärme man das Thermometer und bringe durch das kleine Gewicht *h* das Gleichgewicht hervor. Kennte man genau das abſolute Gewicht des Queckſilbers im Thermometer, die Länge der Röhre, den Durchmeſſer derſelben und der Kugel u. ſ. w.; hätte ferner die-

Wage die ſchickliche Einrichtung dazu: ſo würde es leicht ſeyn, aus Einer Erfahrung die Grade an der Scheibe *i* und *k* für übereinſtimmende Thermometergrade durch Rechnung zu finden. Aber jene Beſtimmungen erforderten zugleich ſo viele andere Erfahrungen, ſie erforderten ferner eine ſolche Gleichförmigkeit der Glasröhre, daſs ſie ſich der Wahrheit vielleicht nicht einmahl nähern würden. Es iſt daher ſicherer, und, wenn es genau gemacht wird, ganz fehlerlos, die beim Uebergewichte durch den Arm *ed* abgeſchnittenen Grade beim allmähligen Erkalten zu beobachten, aufzuzeichnen und nachher einzuſtechen. Empfängt zugleich das ganze Inſtrument dieſen Wärmegrad, ſo kann auch nicht die kleinſte Differenz bei mehrern wiederholten Beobachtungen ſtatt finden.

Hinter der Gradſcheibe *ik* bemerkt man den geſchwärzten Streifen *lm*. Dieſer gehört zu einer polirten Scheibe, welche durch Rauch geſchwärzt iſt, und auf welcher durch das hervorragende kleine Gewicht *h*, bei jeder Bewegung des Thermometers, eine Linie gezogen wird. Will man bloſs das Maximum und Minimum der Wärme während einer beſtimmten Zeit wiſſen, ſo iſt von jener Scheibe mehr nicht als dieſer Streifen nöthig, und die Endpunkte des von dem Gewichte eingeſtrichenen Bogens zeigen dieſe Punkte auf der Gradſcheibe an. Will man aber, was für den Meteorologen oft ungleich

wichtiger ist, den Gang der Wärme wissen, so wird dazu die polirte und durch Rauch geschwärzte Scheibe erfordert, welche durch eine hinten angebrachte Uhr in einer gewissen Zeit herumgedreht wird. Das Gewichtchen *h* zieht auf derselben ununterbrochene Linien, aus deren Entfernung in jeder Stunde vom Mittelpunkte man den Wärmegrad findet. *)

Wie wichtig solche fortgesetzte thermometrische Beobachtungen an verschiedenen Orten sind, ist wohl nie bezweifelt worden, und nur aus der geringen Menge derselben im Verhältnisse der erforderlichen, läßt sich das ungewisse Schwanken der Theorie erklären. Aber auch beim chemischen Ofen, bei Oefen besonders, die mehrere Tage einen bestimmten Wärmegrad erfordern, könnte ein solches Thermometer an einer Seite und in einem gegen den Luftzug verschlossenen Kasten angebracht, vielleicht mit mehrerer Bequemlichkeit, als das Wedgwoodsche gebraucht werden.

Einfacher, wenn gleich nicht ganz so genau, würde man eine Einrichtung zur Bestimmung des Maximums und Minimums der Temperatur an zwei correspondirenden Lufthermometern ma-

*) Die Reibung des Gewichts gegen die Platte ist geringe und beständig, hat daher keinen Einfluss auf die Beobachtung.

III.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN *über die Bewegungen des Kamphers auf dem Waſſer,*

von

I. B. VENTURI,

Prof. der Phyſik zu Modena. *)

Romieu hatte ſchon bemerkt, daſs kleine Stückchen Kampher ſich auf dem Waſſer herumdrehen, und ſchrieb die Urſache dieſer Erſcheinung der Electricität zu. **) Lichtenberg glaubte, daſs ſie durch den Ausfluſs einer ätheriſchen Flüſſigkeit aus dem Kampher bewirkt werde. ***) Volta brachte dieſe Bewegung durch Körper hervor, die er mit Aether, oder mit Benzoe- und Bernſteinſäure getränkt hatte. Brugnatelli fand, daſs auch die Rinde der aromatiſchen Pflanzen ſich, wie

*) Ausgezogen in den *Annales de Chimie*, T. 21, Nro. 63, p. 262 — 275, aus einer dem National-Inſtitute der Wiſſenſchaften zu Paris vorgelegten Abhandlung Venturi's, und für die *Annalen der Phyſik* mitgetheilt vom Herrn Bergrath Scherer in Weimar. *d. H.*

**) Siehe *Mem. de l' Acad. des ſciences*, à Paris 1756, S. 449; oder Crell's *Neues chemiſches Archiv*, B. VIII, S. 91 bis 98. *S.*

***) Siehe von Crell's *Chemiſche Annalen* für 1794, B. II, S. 215 f. *S.*

der Kampher, auf dem Waſſer bewege. *) Es war indeſs nicht ohne alle Schwierigkeit, dieſe Bewegungen hervorzubringen; oft wollten ſie ſich gar nicht zeigen; oft hielt, wenn das Waſſer mit gewiſſen Körpern berührt wurde, die Bewegung plötzlich inne, ohne daſs man die Urſache errathen konnte. Kampherſtückchen an die Extremität eines ſehr ſenſibeln electriſchen Rades befeſtigt, bringen es nicht in Bewegung. Alles dieſes vereinigte ſich, um über dieſe Erſcheinung die gröſste Dunkelheit zu verbreiten, unter deren Begünſtigung Romieu's Meinung durch mehrere Naturforſcher Italiens erhalten wurde. Der Bürger Venturi hatte ſchon im Jahre 1794, in einer öffentlichen Sitzung der literäriſchen Geſellſchaft zu Modena, hierüber ſeine Ideen mitgetheilt. Er war in der Sitzung des National-Inſtituts zugegen, in welcher Prevoſt's Abhandlung über die Ausflüſſe riechender Körper, und über die Mittel, ſie dem Geſichte bemerkbar zu machen, **) vorgeleſen wurde, theilte

*) Siehe von Crell's *Chemiſche Annalen* für 1788, B. I, S. 407 bis 409; für 1794, B. II, S. 214 bis 228. *S.*

**) Ein Auszug Fourcroy's aus dieſer Abhandlung findet ſich überſetzt in Gren's *Neuem Journale der Phyſik*, B. IV, S. 242. Als eine Fortſetzung jenes Aufſatzes iſt Fourcroy's Auszug aus der zweiten odeoroſkopiſchen Abhandlung Prevoſt's anzuſehen, welche in Scherer's *Journal der Chemie*, B. I, St. 2, S. 143, verdeutſcht iſt. *d. H.*

seine eignen Beobachtungen sogleich mit, und lieferte, der Aufforderung desselben zufolge, einen weitläufigern Aufsatz, woraus Nachstehendes ein Auszug ist.

„Man schneide aus Kampher kleine Säulen, von der Länge eines Daumens, verbinde sie mit einer Basis von Blei, und stelle sie aufrecht auf sehr reine Teller, in welche man reines Wasser bis zur halben Höhe der Säule giesst. Zwei bis drei Stunden darauf zeigt sich an der Kampherfäule, gerade an der Oberfläche des Wassers, ein Einschnitt. Dieser nimmt zu, und innerhalb 24 Stunden ist die Kampherfäule in der Mitte ganz vom Wasser durchschnitten. Sowohl der untere im Wasser, als der obere in der Luft befindliche Theil erleiden hingegen keine merkliche Verminderung."

Aus diesem und andern mit verschiedenen Kampherstückchen, einzeln in der Luft, unter und auf der Oberfläche des Wassers angestellten Versuchen, schliesst Venturi, dass die thätigste Kraft, den Kampher aufzulösen, da befindlich sey, wo Luft und Wasser vereint denselben berühren. Daraus erklärt er, warum unter gleichen Umständen der Kampher geschwinder in feuchter als trockner Luft verfliege, und warum die Holländer bei der Sublimation desselben Wasser anwenden.

Man könnte glauben, dass der Kampher auf der Oberfläche des Wassers sich zersetze, dass das Wasser den säuernden Antheil desselben, wodurch er concret wird, aufnehme, und dass sich der flüchtige

Antheil in der Atmosphäre zerstreue. Venturi verwirft diese Idee, und behauptet, dass das Wasser, auf dessen Oberfläche sich der Kampher befindet, ihn, wiewohl nur in einer kleinen Quantität auflöse: 1. weil unter diesen Umständen das Wasser den Geschmack und Geruch des Kamphers gerade so annehme, als wenn etwas davon unter dasselbe gehalten wird, und an der Luft diese angenommenen Eigenschaften verliere und wieder geschmack- und geruchlos werde; 2. weil das Verschwinden des Kamphers auf seiner Oberfläche ununterbrochen fortdauert, wenn auch das Wasser bereits vollkommen mit demselben gesättigt ist; 3. weil die luftförmigen Ausflüsse des Kamphers sich wieder aufs neue auf der Oberfläche des Wassers als Kampher kryställisiren.

Der Kampher löset sich im Wasser, wenn er sich auf der Oberfläche desselben befindet, auf, und wenn dieses bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft geschehen ist, so befindet er sich darin noch nicht, wie man glaubte, im Zustande des Dunstes; vielmehr bildet er dann eine Flüssigkeit, die sich über das Wasser verbreitet, und indem sie auf diese Weise mit einer grosen Fläche von Luft in Berührung kommt, von derselben absorbirt und in Dunst verwandelt wird. Dies ergiebt sich aus folgenden Thatsachen: 1. Die Auflösung des Kamphers auf der Oberfläche des Wassers geht um so geschwinder vor sich, je mehr die Oberfläche Umfang hat;

in engen Gefäſsen war die Säule nicht völlig durchſchnitten worden, ſelbſt nach einer Decade nicht, obgleich das Waſſer ſehr rein war. 2. Wenn die Säule hervorſtehende Theile hat, ſo ſieht man die Flüſſigkeit, die vorzüglich aus gewiſſen Punkten der Säule hervorkommt, die Fläche des Waſſers bedecken und die kleinen ſchwimmenden Körper fortſtoſsen, ſo wie Körper ſich hin und her bewegen, welche in einem Becken ſchwimmen, worin das Waſſer aus einem Kanale mit Schnelligkeit fliefst. 3. Wenn ein Stück Kampher, das ſchon an ſeiner Extremität benetzt worden, ſich dem äuſsern Rande des Waſſers in einem Teller, der eine groſse Fläche hat, nähert und den Teller berührt, ſo ſetzt es eine öhlige Flüſſigkeit ab; indem dieſe ſich an den Teller hängt, zerſtört ſie die Adhäſion, welche zwiſchen dem Rande des Waſſers und dem Teller ſtatt fand, und das Waſſer zieht ſich, ſeiner Cohäſionskraft folgend, zurück und rundet ſich, da es nicht mehr dem Teller adhärirt. Nimmt man den Kampher weg, ſo kommt das Waſſer nicht ehe an ſeinen vorigen Ort, bis die öhlige Flüſſigkeit verdunſtet iſt. 4. Wenn die Kampherſäule halb in das Waſſer geſenkt iſt, ſo verhindert die öhlige hervorſtrömende Flüſſigkeit ebenfalls das Anhängen des Waſſers an die Säule, es entſteht rings umher eine kleine Vertiefung, die Auflöſung läſst einen Augenblick nach, die Flüſſigkeit dehnt ſich hierauf über das Waſſer aus und verdunſtet. Dann erſt nimmt das Waſſer ſeine Stelle wieder ein und berührt wieder denſelben Theil des

Kamphers; die Auflöſung fängt wieder an; und ſo fort.

Das Drehen der kleinen Kampherſtückchen auf der Oberfläche des Waſſers iſt demnach bloſs Erfolg der mechaniſchen Wirkung der Reaction, welche die öhlige Flüſſigkeit, indem ſie ſich über das Waſſer ausdehnt, gegen den Kampher ſelbſt äuſsert. Fällt der Mittelpunkt des Rückſtoſses aller Ausflüſſe, (*jets*,) nicht mit dem Mittelpunkte der Schwere des Stücks zuſammen, ſo wird dadurch zugleich eine drehende und eine progreſſive Bewegung erzeugt. Da ferner die öhligen Theile ſich bloſs auf der Oberfläche des Waſſers trennen, ſo kann die Umwälzung bloſs um eine Achſe geſchehen, die ſenkrecht auf dem Horizonte ſteht; und da in ähnlichen Körpern von verſchiedener Gröſse die Seiten zu einander in einem dreifach kleinern Verhältniſſe als die Maſſen ſtehen, ſo müſſen die kleinen Stücke verhältnifsmäſsig viel mehr Ausflüſſe haben und ſich daher weit ſchneller bewegen, als die groſsen.

Venturi bringt alle ſcheinbare Irregularitäten, die man bei den Bewegungen des Kamphers bemerkt, auf eine Hauptregel zurück. Die Bewegung kleiner Stücke auf der Oberfläche des Waſſers wird durch die Berührung des letztern mit irgend einem Körper, er mag ein Leiter oder Nichtleiter der Electricität ſeyn, wenn ihm nur nichts von jener öhligen Subſtanz anhängt, nicht geſtöhrt; benetzt man ihn aber mit einem Tröpfchen fixen, oder mit einer gröſsern Quantität flüchtigen Oehles, und

berührt alsdann damit das Waſſer an der Extremität des Tellers, ſo ſieht man augenblicklich einen beinahe unbemerkbaren Schleier auf der ganzen Fläche ſich verbreiten, die Kampherſtücke ſtoſsen ſich zurück und ſind, wie von einem magiſchen Schlage getroffen, plötzlich ihrer Bewegung beraubt. Eine Unze Oehl an die Extremität eines Waſſerbeckens gegoſſen, das 20 Fuſs im Durchmeſſer hat, hält ſehr bald den an der entgegen geſetzten Seite ſich befindenden Kampher in ſeiner Bewegung auf. Dieſe ſchnelle Verbreitung, ſelbſt eines fixen Oehls, auf einer groſsen Waſſerfläche, verhindert die Ausdehnung, Auflöſung und Bewegung der kleinen Kampherſtücke. Auch mit fixem Oehle getränkte Sägeſpäne bewegen ſich, ſo wie ſie das Waſſer berühren. Dieſe Bewegung iſt nur nicht von Dauer, da der Schleier, den ſie auf der Oberfläche deſſelben bilden, ſich nicht in der Atmoſphäre zerſtreut. Hieraus zieht Venturi die Folgerung, daſs Flüchtigkeit und Riechbarkeit keine zur Hervorbringung der Bewegung nothwendige Bedingungen ſind; die Flüchtigkeit iſt bloſs zur Fortſetzung derſelben unentbehrlich.

Zuletzt erwähnt Venturi einiger anderer in der Natur vorkommenden Bewegungen, welche in Anſehung des Mechanismus ihrer Urſache mit den Bewegungen öhliger Körper auf der Oberfläche des Waſſers etwas Analoges haben. In Körpern, die man dem Feuer nähert, zieht ſich immer die Feuchtigkeit zu den vom Feuer am weiteſten ent-

fernten Extremitäten zurück, da der von dem Theile ſich entbindende Dunſt, welcher der Flamme am nächſten iſt, den übrigen nach entgegengeſetzter Richtung zurückſtöſst. Waſſertropfen auf eine glühende Metallplatte gegoſſen, bleiben und hüpfen wie Kugeln darauf, weil der Dunſt, der ſich bei Berührung der Platte bildet, ſie in Bewegung ſetzt und ihnen nicht geſtattet, das Metall zu berühren. Nach eben dieſen Grundſätzen laſſen ſich die Bewegungen der von Adanſon *) und Corti **) beſchriebenen Tremelle leicht erklären, welche einige Naturforſcher veranlaſsten, dieſen Byſſus in eine Mittelklaſſe zwiſchen den Pflanzen und Thieren aufzuſtellen. Die Tremelle iſt ein Haufen von ſehr dünnen Fäden, die im Waſſer ſchwebend gegen den geringſten Eindruck empfindlich ſeyn müſſen. Es iſt bekannt, daſs Pflanzen, dem Lichte ausgeſetzt, das Waſſer in ihren Gefäſsen zerſetzen, daſs ſie ſich den Waſſerſtoff zueignen und auf eine der thieriſchen Reſpiration entgegengeſetzte Art gasförmigen Sauerſtoff aushauchen. Wenn in einem Fädchen

*) Siehe *Mem. de l'Acad. des ſciences de Paris*, 1767, p. 564 — 572. S.

**) Siehe deſſen *Oſſervazioni microſpiche ſulla Tremella*. Lucca 1774, 8. Noch mehrere Beobachtungen ſind hierüber von Fontana, Müller, Sauſſüre, Collomb, Olivi u. A. vorhanden. Siehe *Catalog. Bibliothecae hiſt. nat. Joſ. Banks*, T. III, p. 414 ſeq. S.

der Tremelle das Gas auf der einen Seite ausſtrömt, ſo muſs ſich das Fädchen nach der entgegengeſetzten Seite zu beugen. Wenn, wie bei groſsen Bäumen, das Gas in gröſserer Menge von der dem Lichte entgegengeſetzten Seite ausſtrömt, ſo muſs die Tremelle nach dem Urſprunge des Lichts ſelbſt zurückgeſtoſsen werden, wohin ſie ſich auch immer kehrt, wenn ſie in ein dunkles Gefäſs eingeſchloſſen iſt, wo das Licht durch ein Loch hineinfällt. Um dies zu erklären, braucht man alſo weder etwas Thieriſches in der Pflanze, noch eine Anziehung in die Ferne zwiſchen dem Sauerſtoffe und Lichtſtoffe anzunehmen. Eben ſo häuft ſich das Gas, welches im Ueberfluſſe beim Tageslichte hervorgebracht wird, zwiſchen den Geflechten der Tremelle, und hebt ſie auf die Oberfläche des Waſſers.

Zuſätze VENTURI'S *zu vorſtehenden Bemerkungen. Aus einem Briefe deſſelben an* FOURCROY.

1. Der trockne Kampher verflüchtigt ſich von ſelbſt bei einer Temperatur von 50° Reaum., auf eine bemerkbare Art; er ſchmilzt bei 120° und verfliegt ſehr ſchnell. Das Verdampfen deſſelben findet auch im Toricelliſchen Vacuo bei der gewöhnlichen Temperatur ſtatt; dieſe Dämpfe ſind ſehr wenig elaſtiſch und kryſtalliſiren ſich wieder an der Wand der Röhre, die ſie einſchlieſst.

2. Eine Kampherſäule wird weit ſchneller in heiſsen als kalten Waſſer durchſchnitten. Er ſublimirt ſich über heiſsem Waſſer ſehr häufig mit den Waſſerdämpfen.

3. Der auf dem Waſſer ſchwimmende Kampher wird bei Berührung des Sauerſtoff-, des kohlenſtofffauren, des Waſſerſtoff- und des Stickſtoffgas in eine drehende Bewegung geſetzt und zerſtreuet. Die beiden letztern bewirken dies viel auffallender und ſtärker; bekanntlich löſen ſie auch leichter den Kohlenſtoff, Phosphor und Schwefel auf.

4. Berührt der Kampher beim Verbrennen auf einem Stücke Kork, das auf dem Waſſer ſchwimmt, letzteres, ſo verurſacht er, daſs der Kork in auſserordentlich ſchnelle Bewegung geräth; im entgegengeſetzten Falle aber nicht. Dieſe Bewegung wird nicht bloſs durch die verflüchtigten Theile des Kamphers, ſondern auch durch die Mitwirkung des Waſſers hervorgebracht.

5. Dieſe Wirkung, von welcher die Bewegung aller auf dem Waſſer ſchwimmenden Körper abhängt, hat Monge am beſten erklärt. Von zwei kleinen Papierrollen, deren eine mit reinem Waſſer, und die andere mit Waſſer, welches mit Kampher vollkommen geſättigt iſt, benetzt wird, zieht erſtere den Kampher auf dem Waſſer, welches denſelben noch nicht auflöſt, an, und letztere ſtöſst ihn zurück. Das Waſſer hat eine ſtärkere Anziehung zum feſten Kampher, als zu der geringen

Menge, die sich im Wasser bis zur Sättigung des letztern aufgelöst befindet. Es steigt neben dem festen Stücke auf und bildet daran eine krummlinige inclinirte Oberfläche. Der geringe bis zur Sättigung aufgelöste Theil geht neben derselben herunter, und stößt nach mechanischen Gesetzen die Oberfläche und das solide daran hängende Stück zurück. Diese Trennung des aufgelösten Theils beschleunigt die Verflüchtigung des soliden Stücks, indem es demselben immer einen Strom von frischem Wasser zuführt. Die Atmosphäre nimmt den schon aufgelösten und auf der Oberfläche des Wassers ausgebreiteten Theil des Kamphers, vielleicht, indem sie ihn vermittelst ein wenig Wasser verflüchtigt, auf.

6. Wenn ein kleiner Tropfen Oehl keine Affinität zu der Oberfläche des Wassers hätte, würde er dort in einer kleinen Höhlung bleiben, ob er gleich, mehr erhoben als die Oberfläche selbst, die Kugelgestalt, seiner Aggregations-Affinität zufolge, erhalten würde; da er aber einen Schleier über das Wasser ausbreitet, so muss der Tropfen selbst oder einige seiner Theile Anziehung dazu finden, wie die Flüssigkeiten, die an den Wänden der Gefäse aufsteigen.

7. Die mit Aether oder den Ausdünstungen des erhitzten Kamphers geschwängerte Luft übt auf die kleinen auf der Oberfläche des Wassers schwimmenden Körper eine Zurückstosung aus, die denen des Oehls und der des kalt im Wasser aufgelösten Kam-

phers analog ist. Die erstern sind elastische Flüssigkeiten; die letztern tropfbare, die nicht mit einander verwechselt werden dürfen.

Doch ich habe mich vielleicht schon zu lange bei einer Materie verweilt, welche mehr Sache der Neugierde, als von Nutzen zu seyn scheint.

Anhang einiger verwandter Bemerkungen.

1. Herr W. Howard theilte in einem Briefe an Nicholson, den Herausgeber des *Englischen Journals der Physik*, worin Prevost's und Venturi's Aufsätze übersetzt sind, (vom 24sten November 1797.) auf Veranlassung des Erstern, folgende Beobachtung mit, die er während der Untersuchung über das Verhalten mehrerer Substanzen auf das salzsaure Gas zu machen Gelegenheit hatte. „*Höchst rectificirtes thierisches Oehl* entwickelte, so wie es mit diesem Gas in Berührung kam, sehr viele Dämpfe, die sich bis zu einer Höhe von vier Zollen erhoben und sich auf eine ganz sonderbare Art wieder herabsenkten. Er glaubte, dass diese Emanation der Dämpfe durch eine Anziehung des Wasserstoffs zu dem umgebenden Sauerstoffe bewirkt worden sey und die Möglichkeit der Sichtbarkeit eines riechenden Ausflusses ausser Zweifel setze."

2. Ein anderer Correspondent meldet Nicholson *) folgende Beobachtung: Während er den

*) *Journ. of Nat. Philos.* etc., Vol. I, p. 471.

Pollen von verſchiedenen Pflanzen mit einem Mikroſkop. von Adams unterſuchte, habe er einen Tropfen Weingeiſt darauf geſchüttet und bemerkt, daſs alles in ein ſehr ſchnelles Drehen und Werfen von einer Seite zur andern verſetzt wurde, welches einige Minuten hindurch anhielt und ſich damit endigte, daſs derſelbe aufſprang und eine Menge kleinerer Partikeln entwickelte. Zuletzt konnte er dieſe Erſcheinung auch mit bloſsem Auge gewahr werden. Da der Weingeiſt ſo ſchnell verdampft, ſo zeigte ſich Branntwein in der Anwendung von ungleich beſſerm Erfolge; die Bewegung iſt alsdann anhaltender. Daſs dieſe Bewegung nicht von der Verdunſtung des Alkohols abhänge, ergiebt ſich daraus, das diejenigen Theile des Pollens, die am meiſten damit getränkt wurden, dieſe Erſcheinung am wenigſten zeigten. Am auffallendſten habe er ſie an dem Pollen des *Cactus flagelliformis* beobachtet.

IV.

BESCHREIBUNG NEUER BAROMETER *mit einigen Zusätzen*

von

L. A. v. A.

1. PRONY's *Barometer an einer Wage.* *)

Zu diesem Instrumente wird eine empfindliche Wage erfordert. An ihr ist bei *c* und *c*, (Fig. 3, Taf. V,) durch Schrauben, das an eine metallene Platte befestigte gläserne Barometer *abcd*, nicht weit von den Aufhängepunkten der Gewichtschalen, aufgehangen. Der obere Theil des Barometers *d* und der untere *a* sind von ungleich gröfserer Weite als die übrige Röhre, und die Länge dieser Erweiterungen wird nach den zu erwartenden Veränderungen in dem Stande des Queckfilbers bestimmt. Zu Höhenmessungen macht man sie länger; zum gewöhnlichen Gebrauche an einem Orte ist eine Länge von zwei Zollen hinreichend. Beide Theile müssen mit Sorgfalt calibrirt seyn. Weifs man nun ihren Durchmesser und kennt das specifische Gewicht des Queckfilbers, so kann man mit vieler Genauigkeit das Gewicht des Queckfilbers erfahren, welches eine bestimmte Länge der Röhre füllt.

*) *Bulletin des sciences*, Brumaire, An 7, p. 156.

Ist die Röhre nicht von gleichem Durchmesser, so muss man den Inhalt eines jeden Abschnitts berechnen. Bei *g* und *g* sind Mikroskope mit Faden-Mikrometern angebracht, *) um ganz genau zu wissen, ob ein Ausschlag nach einer Seite ist. Der Pfosten der Wage wird durch eine Weingeist-Libelle und durch Schrauben senkrecht gestellt.

Die Wage bringt man bei einem Mittelstande des Barometers auf Null. Verändert sich der Luftdruck, vermindert er sich zum Beispiele, so sinkt das Queckssilber in *d* und steigt in *a*. Dadurch senkt sich dieses herab; und um wie viel es herabgesunken sey, erfährt man durch die Gewichte, welche auf der andern Seite zugelegt werden müssen, um das Gleichgewicht herzustellen.

Bemerkung.

Es ist kaum zu glauben, dass Prony den Fehler dieser Einrichtung, dass das auf jeden Arm wirkende Queckssilbergewicht veränderlich ist, indem es bei jeder Schwankung des Balkens sich an dem niedergesenkten Arme vermehrt und an dem steigenden vermindert, und so die Wage zum Umschlagen bringt, ganz übersehen oder wenigstens nicht beim Gebrauche bemerkt haben sollte. Eher ist es wohl einem Gedächtnissfehler dessen zuzuschreiben, der dieses Thermometer im *Bulletin* beschreibt, dass

*) Eine Einrichtung, die den meisten in Deutschland verfertigten Wagen fehlt, ungeachtet sie sehr einfach und nützlich ist. *A.*

dafs dieſer Umſtand überſehen iſt, da ſich dem Fehler durch einen in der Röhre *bc* angebrachten Hahn leicht hätte abhelfen laſſen, der, wenn er nach bewirktem Gleichgewichte verſchloſſen wird, die innere Bewegung des Queckſilbers und die Vermehrung oder Verminderung des Gewichts an den verſchiedenen Armen bei kleinen Schwankungen oder Stöſsen verhindert. *)

2. Conté's *neue Barometer.* **)

Der Bürger Conté, Director der zu Meudon errichteten aeroſtatiſchen Schule, jetzt in Aegypten, hat ſich ſeit langer Zeit damit beſchäftigt, ein Barometer einzurichten, welches ſich vor den gewöhnlichen durch bequeme Einrichtung und Empfind-

*) Sollten nicht vielleicht die kleinen ſenkrecht ſtehenden Stücke *h*, *h*, mit den horizontalen Stiftchen an ihrem obern Ende, welche auf den Mikroſkop-Trägern auffitzen, dazu beſtimmt ſeyn, beträchtliche Schwankungen unmöglich zu machen und den Wagebalken immer nahe an der Horizontallage zu erhalten? Und iſt das der Fall, ſollten ſie nicht einen Hahn in der Queckſilberröhre entbehrlich machen? Sind übrigens beide Barometerſchenkel unter rechten Winkeln an den Wagebalken angeſchroben, ſo dafs ſie unveränderlich in dieſer Lage bleiben, ſo hat die Lage ihres Schwerpunkts einen beträchtlichen Einfluſs auf die Empfindlichkeit und den Ausſchlag des Wagebalkens. *d. H.*

**) *Bulletin des ſciences*, Floreal, An 6, p. 106. *A.*

lichkeit auszeichnete. Seiner beiden erſten Verſuche wollen wir nur kurz erwähnen.

Das erſte dieſer Inſtrumente, (Taf. V, Fig. 4,) war einer Taſchenuhr ähnlich. *ABC* iſt eine Schale von ſtarkem Eiſen oder Kupfer, auf welche eine Decke *CFA*, von ſehr dünnem Stahlbleche, mit ihren Rändern genau aufpaſst. Die Federn *R*, *R* halten dieſe Deckplatte in die Höhe, wenn, wie dies die Einrichtung fordert, die Luft aus dem Gefäſse *AFCB*, durch die Oeffnung bei *D*, ausgepumpt wird. Dieſe Oeffnung läſst ſich luftdicht verſchlieſsen, und dann ſtrebt der ganze Druck der Atmoſphäre die beugſame Schale *CFA* niederzudrücken. Da nun der Widerſtand der Federn beſtändig derſelbe bleibt, ſo muſs, wenn der Luftdruck verändert wird, die Deckplatte *CFA* ſich erheben oder niederſinken, und dieſe Veränderungen werden mittelſt eines Mechanismus, der einen bei *IH* befeſtigten Zeiger hin und her dreht, auf einer Gradſcheibe angezeigt. Doch ſchon der Erfinder verwarf dieſes Inſtrument wegen des nachtheiligen Einfluſſes, den die Temperaturveränderung auf daſſelbe hat.

Der *zweite* Verſuch gründete ſich auf das ſchnellere und langſamere Einflieſsen des Queckſilbers in einen beſtimmten leeren Raum bei gröſserm oder geringerm Luftdrucke. Zu dieſem Ende bediente er ſich der weiten Röhre *ABDC*, Taf. V, Fig. 5, welche bei *N*, durch einen Hahn, Verbindung mit der atmoſphäriſchen Luft hat. Bei *PQK* wird die

Röhre maſſiv, und durch dieſes Stück geht nur eine enge Oeffnung, welche der Hahn *GF* verſchlieſst. Der Stempel *IH* ſchlieſst luftdicht; und zieht man ihn von *KL* bis zu einem beſtimmten Punkte hinaus, ſo bringt er einen luftleeren Raum hervor. Dann werden die Hähne *GF* und *N* geöffnet, und die Zeit wird beobachtet, bis das Queckſilber, welches ſich im Gefäſse *ABPQ* befindet, den leeren Raum *KLIH* erfüllt. So fand Conté, daſs 9 Secunden Zeit mehr erfordert wurden, um den Raum zu füllen, an einem Orte, wo das Barometer nur 5 Linien höher ſtand. Aber auch dieſes Barometer war zu ſehr den Temperaturveränderungen unterworfen.

Die 6te Figur ſtellt den Längendurchſchnitt des *dritten* Contéſchen Barometers dar. Die Röhre, in welcher das Queckſilber ſteht, iſt, ſtatt, wie gewöhnlich, von Glas zu ſeyn, hier von Eiſen. Oben, bei *ABCD*, wird ſie ſehr viel weiter, und die Länge dieſes weitern Stücks wird durch die gröſsten Veränderungen im Stande des Queckſilbers beſtimmt. Hier iſt die Röhre durch Calibriren in allen Stellen gleich weit gemacht. In dem vom Erfinder dem National-Inſtitute vorgelegten Modelle war *ABDC* 8 Zoll lang und hatte 18 Linien im innern Durchmeſſer.

Bei *EF* ſchlieſst ſich ein Gefäſs *EFHG*, (deſſen maſſiver Umfang in der Figur weiſs, deſſen innere Höhlung dagegen ſchattirt erſcheint,) an dieſe Röhre luftdicht an. Es iſt bei *HG* offen und

durch den Stempel *TRUS* luftdicht verſchloſſen. Bei *IK* ſchlieſst ſich an dieſelbe Röhre, innerhalb dieſes erſtern, ein zweites Gefäſs *IKPLMN* an, welches innerlich die Geſtalt eines abgeſtumpften Kegels hat, und in dieſe kegelförmige Höhlung paſst der Stöpſel *PLNM* luftdicht hinein. Die Figur ſtellt ihn dar, wie er in die Oeffnung des zweiten Gefäſses hineingeſchoben iſt, und an die untere Oeffnung der eiſernen Barometerröhre bei *O* anſchlieſst; und zwar ſoll die Seitenſchraube *X*, welche in einen Ausſchnitt deſſelben eindringt, ihn in faſt unmerklichen Graden der Oeffnung *O* nähern. Durch dieſen Stöpſel bei *O* und durch das umſchlieſsende Gefäſs bei *P* geht eine Röhre, welche das Innere der eiſernen Barometerröhre *BFDA* mit dem gröſsern umſchlieſsenden Gefäſse, und durch den Hahn bei *V* auch mit der äuſsern Luft in Verbindung bringt.

Soll das Inſtrument gefüllt werden, ſo ſchlieſst man den Hahn *V*, dreht es um, zieht den Stempel *TU* und den Stöpſel *PLNM* heraus, und füllt die Barometerröhre *PABL*, ferner das innere Gefäſs *PLMN*, und die Höhlung zwiſchen der innern und äuſsern Hülle, mit Queckſilber. Alsdann ſetzt man den Stempel *TUS* auf,*) bringt dann durch Zurückziehen deſſelben einen ver-

*) Es wird nicht bemerkt, auf welche Art hierbei die eingeſchloſſene Luft oder das Queckſilber entweicht. Wahrſcheinlich iſt entweder im Stempel *TU* eine Vorrichtung angebracht, vermöge wel-

lünnten Luftraum über dem Queckfilber hervor, ınd entfernt ſo die eingeſchloſſene Luft. Darauf ɔhiebt man den Stöpſel *PLMN* und den Stempel *U* wieder hinein, und öffnet *V*. Das Queckfil- ıer ſinkt nun nach dem jedesmahligen Stande her- b, und erfüllt die gröſsere Büchſe bis zu einem *eſtimmten* Niveau. Hier zieht man durch den für ich beweglichen mit einem Schraubenzieher verſe- ıenen Stiel *SR* den Stöpfel zurück, ſo daſs die larometerröhre keine Verbindung mehr mit der Luſsenſeite hat. Das Stück *EFHG* wird dann bgewogen. Bringt man jetzt das Inſtrument an ei- ıen höhern Ort, ſo ſinkt das Queckſilber in der löhre *ABCD*, eben ſo viel flieſst bei *O* aus, de- ɔo mehr, je weiter *ABCD* iſt, und dieſes wird ı *EFHG* aufgefangen und wieder gewogen.

Dieſes Werkzeug iſt ſo empfindlich, daſs, wenn ıan es 204 Fuſs hoch auf einen Thurm beim Platze er ſonſtigen Kirche *Notre Dame* trug, 1877 Gran)ueckſilber ausfloſſen, welches 9 Gran auf einen 'uſs ausmacht. Der Bürger Conté hatte dem nſtrumente anfänglich eine Form gegeben, durch ɔelche es einer beſondern Wage entbehren konnte; a aber dieſe Einrichtung beim Gebrauche allzu be- ɔhwerliche Reductionen erforderte, ſo verwarf er e wieder.

cher die Luft ausweichen kann, oder während des Hineinſchiebens wird der Hahn *V* geöffnet, ſo daſs Queckſilber durch ihn ausflieſst. *d. H.*

Bemerkungen zu Conté's *neuen Barometern.*

Der *dritte* Vorſchlag Conté's entſchädigt uns ſehr reichlich für ſeine beiden erſten etwas miſsrathenen Vorrichtungen. Man ſieht hier Schwierigkeiten verſchwinden, die andere, welche das Barometer zu verbeſſern ſuchten, vergebens hinwegzuräumen bemüht waren, und die auch die Ausführung eines dieſem in mancher Rückſicht ähnlichen Barometers, mit dem ich mich einſt beſchäftigte, lange verzögerten. Dieſer glückliche Gedanke Conté's, der aber freilich erſt bei wiederholter Anwendung ſich bewähren muſs, beſteht in der Verwechſelung der Glasröhre mit einer eiſernen Röhre. Dieſe Einrichtung iſt zwar nicht neu, vielmehr bediente ſich ſonſt die ganze franzöſiſche Marine des *Blondeauſchen Meer-Barometers*, *) welches nichts anderes als ein aus einem Flintenlaufe verfertigtes Heber-Barometer iſt. Aber ganz neu iſt die Anwendung deſſelben auf Barometer, die zu genauern Beobachtungen beſtimmt ſind. Die Unmöglichkeit, ein *ſtarkes* Glasgefäſs vor der Löthlampe zu behandeln, nöthigte mich bei der Ausführung der Vorrichtung, die ich für das Barometer erdacht hatte, ſtatt des einen Gefäſses am Ende der

*) Beſchrieben im *Lichtenbergiſchen Magazin*, I, St. 3, S. 80. Herr Luz, (*Beſchreibung von Barometern*, S. 279,) macht gegen dieſes Blondeauſche Barometer mehrere Einwürfe; von ihnen trifft aber keiner das Contéſche. *A.*

Röhre ſechs weite Barometerröhren zu wählen, und dieſe in einem gemeinſchaftlichen Gefäſse ſich endigen zu laſſen. Da das Inſtrument nur zu Höhenmeſſungen beſtimmt war, ſo wurde nur auf Verminderung des Luftdrucks und auf Ausfliefsen des Queckſilbers gerechnet. Alles Queckſilber, welches aus dem gemeinſchaftlichen Gefäſse ausfloſs, ſollte in einer engen, gut calibrirten und zum Abnehmen eingerichteten Röhre aufgefangen, und nicht gewogen, ſondern gemeſſen werden. So wäre der Vorzug des Bernoulliſchen *) Barometers erreicht und dem Tadel de Luc's ausgewichen worden. **) Indeſs, das Contéſche Barometer gewährt viele weſentliche Vorzüge, da die eiſerne Röhre nach Gefallen weit ſeyn kann, und dadurch die Empfindlichkeit des Werkzeugs vermehrt wird. Das Amalgamiren des Eiſens mit dem Queckſilber brauchen wir nicht zu fürchten; ob aber die Weite ſolcher eiſerner Röhren mit der zu meteorologiſchen Werkzeugen erforderlichen Genauigkeit gearbeitet werden könne, iſt eine Frage, die dem Künſtler zur Beantwortung überlaſſen bleiben muſs.

Eine andere Frage, die vom Erfinder nicht beantwortet worden, betrifft das Niveau. Da man die Höhe des Queckſilbers in der eiſernen Röhre

*) Io. Bernoullii *Opera omnia*, T II, N. XCVIII, p. 297.

**) de Luc's *Unterſuchung über die Atmoſphäre*, Th. I, S. 41 u. f.

nicht ſehen kann, ſo muſs dies beſtändig ſeyn. Conté ſcheint dies nicht bei der Ausführung, ſondern nur bei der Beſchreibung vergeſſen zu haben, da er es in einer Stelle als bekannt annimmt. Wahrſcheinlich wird wohl das Queckſilber bis zum Ausgange bei *V* ſtehen, und wenn das Queckſilber in der Barometerröhre ſteigt oder fällt, durch Hinaufdrücken oder Herabziehen des Stempels *TU* in dieſem Stande erhalten werden. Einen andern Weg halte ich nicht für möglich, da das Gefäſs von Holz iſt, und das Queckſilber daher nur bei jener Oeffnung geſehen werden kann.

Die Methode Conté's, die Luft aus der Röhre durch einen oben hervorgebrachten leeren Raum zu entfernen, iſt ſehr unvollkommen; ich wüſste nicht, warum nicht auch hier das Auskochen vorzuziehen wäre. Denn amalgamiren würde ſich das Queckſilber bei dieſem Wärmegrade ebenfalls nicht.

Noch muſs ich bemerken, daſs die von Conté angegebene Empfindlichkeit ſeines Barometers für einen Fuſs Erhöhung, nur berechnet, nicht durch Verſuche gefunden iſt. Daſs bei dem gröſsern Verſuche ungefähr 9 Gran auf einen Fuſs kommen, iſt unläugbar; aber ſehr zu bezweifeln iſt es, ob bei dem Widerſtande der engen Ausfluſsröhre jene 9 Gran bei der Erhöhung bloſs von einem Fuſse ausflieſsen möchten.

3. Alexander von Humboldt's *Reiſe-Barometer.* *)

Ein Barometer zu bilden, das ſo aus mehrern Theilen zuſammengeſetzt wäre, daſs ſie ſich leicht durch neue erſetzen lieſsen, und ſich bei jeder Beobachtung, gleich einem aſtronomiſchen Inſtrumente, wechſelſeitig corrigirten; das war die Aufgabe, ſagt der franzöſiſche Beſchreiber, welcher dieſes Barometer Genüge thun ſollte.

Die Barometer-Röhre, deren untern Theil die 7te Figur, Tafel V, darſtellt, iſt an eine eiſerne Röhre gekittet, die ſich bei *q* in einen Schraubengang endigt. In dieſen geht eine Schraube *cd* mit viereckigem Kopfe, $2\frac{1}{2}$ Linie tief hinein, und verſchlieſst dadurch die Barometer-Röhre luftdicht, nachdem ſie gefüllt und ausgekocht worden. Die Röhre wird umgekehrt in eine kupferne, von innen mit wollenem Zeuge, von aufsen mit Leder überzogene Röhre geſteckt, um auf Reiſen bequem getragen zu werden. Glaubt man, daſs einige Luft ſich eingeſchlichen hat, ſo iſt ſie unter *q*; es wird daher die Schraube geöffnet und die Luft durch einige hineingegoſſene Tropfen Queckſilber entfernt. Die ganze Röhre iſt frei, und es kann daher unterſucht werden, ob das Queckſilber darin nicht durch Blaſen getrennt ſey; ein Vortheil, deſſen die eng-

*) *Journal de Phyſique par* Delamétherie, T. IV, p. 168

liſchen Barometer, welche halb verdeckt ſind, entbehren.

Das Gefäſs *fst*, (Fig. 8,) welches auf das kleine dreifüſsige Stativ *gh* aufgeſchraubt iſt, enthält das nöthige Queckſilber, (bei denen, die in Jena verfertigt werden, iſt es von innen viereckig;) und beim Gebrauche wird die Barometer-Röhre aus der kupfernen Röhre genommen und in das Queckſilber dieſes Gefäſses geſenkt. Der viereckige Kopf der Schraube *cd* iſt ſo groſs, daſs ſie ſich in dem Gefäſse nicht umdrehen läſst; wenn daher die Röhre bei *l* angefaſst und umgedreht wird, ſo öffnet ſich die Schraube, und das Queckſilber im Innern der Röhre, welches mit der äuſsern Luft Verbindung erhält, ſinkt bis zur jedesmahligen Barometerhöhe herab. Darauf wird mittelſt der drei Stellſchrauben *rrr* am Stative, und des Bleilothes *w* an dem hölzernen Arme, woran die Barometerröhre geſchraubt iſt, dieſe Röhre in eine ſenkrechte Lage gebracht. Zuletzt öffnet man den aus Elfenbein gedrehten Hahn *s*, welcher dazu beſtimmt iſt, ein unveränderliches Queckſilber-Niveau zu bewirken. Alles Queckſilber, welches im Gefäſse *fst* über dem Niveau dieſes Hahns ſteht, flieſst durch ihn in einen eignen Behälter aus; und ſollte das Queckſilber unter dem Niveau deſſelben ſtehen, ſo wird das Nöthige hinzugegoſſen. Damit aber dieſer Hahn auf der Reiſe ſich nicht etwa aufdrehe, hält ihn eine zum Anſchrauben eingerichtete Gabel.

So aufgeſtellt kann das Inſtrument fortgetragen werden, indem man ein durch zwei Schrauben *v* und *v*, (Fig. 9,) angedrücktes Kiſſen auflegt. Soll es aber aus einander genommen werden, ſo ſchlieſst man den Hahn *s*, ſenkt die Röhre wieder ſo tief in das Queckſilber des Gefäſses *fst* ein, bis kein leerer Raum mehr über demſelben iſt, und dreht durch eine der vorigen, (wodurch die Röhre geöffnet wurde,) entgegengeſetzte Bewegung die Schraube *cd* in die Barometerröhre hinein. Das übrige Verhalten bedarf keiner weitern Erläuterung.

Es iſt wohl die beſte Empfehlung dieſes Barometers, daſs es zweijährige Bergreiſen, ohne beſchädigt zu werden, ertragen hat. Es iſt auch bemerkenswerth, daſs dieſes Barometer dem von Moscati bemerkten Einfluſſe der Gröſse des leeren Raumes über dem Queckſilber, auf den Stand deſſelben, durch ein willkührliches Hineindrücken der Röhre in das Gefäſs ausweicht.

Zuſatz.

Dieſes Barometer, deſſen Beſchreibung wir erſt in ſeinen neuern ungedruckten Schriften von der Hand des Erfinders zu erwarten haben, iſt durch Herrn Voigt *) zuerſt bekannter geworden. Sei-

*) Scherer's *Allgemeines Journal der Chemie*, 7tes Heft, S. 96. Es koſtet, von Herrn Voigt verfertigt, 2 Louisd'or.

ne Beſchreibung weicht nur in einigen Nebendingen, z. B. im Hahne zum Verſchlieſsen, von der Delamétheriſchen ab. Ich will hier die Leſer in Rückſicht der Geſchichte der Barometer auf das von Herrn Profeſſor Rabe erfundene und von Herrn Luz *) beſchriebene Barometer aufmerkſam machen, von welchem das Humboldtſche nur eine Verbeſſerung zu ſeyn ſcheint, ungeachtet der Erfinder jenes vielleicht nicht einmahl kannte.

4. Gödeking's *Reiſe-Barometer.*

Das Humboldtſche Reiſe-Barometer hat bei allen ſeinen Vorzügen, wie Herr Gödeking in *Bayreuth* bemerkt, doch zwei Unbequemlichkeiten, daſs es ſich nämlich nicht gut und compendiös einpacken läſst, und daſs man auf jeder noch ſo kleinen Reiſe ein beſonderes Gefäſs mit Queckſilber mit ſich führen muſs. Dieſes bewog Herrn Gödeking, auf ein verbeſſertes Reiſe-Barometer nach denſelben Grundſätzen zu ſinnen; und Folgendes iſt die Einrichtung dieſes verbeſſerten Reiſe-Barometers, wie er ſie wirklich ausgeführt hat, und wie er ſie in einem Briefe an den Herrn Bergrath Scherer beſchreibt. **)

*) Luz's *Beſchreibung von Barometern*, S. 190.

**) Scherer's *Allgemeines Journal der Chemie*, 7tes Heft, S. 94.

Fig. 1 auf Taf. VI ſtellt den untern Theil des Barometers und Fig. 2 bis 6 ſtellen die einzelnen Stücke vor, woraus dieſer Theil zuſammengeſetzt iſt. Fig. 2 und 4 bilden vereinigt die Kapſel, welche von feſtem, äuſserſt trockenem, dem Werfen nicht unterworfenen Holze, und ſo verfertigt ſeyn muſs, daſs ſie bei den punktirten Linien $\alpha\beta$, Fig. 1, aus einander geſchraubt werden kann. In den obern Theil der Kapſel, Fig. 2, wird ein Stück Elfenbein *b*, welches in Fig. 3 durchſcheinend gezeichnet iſt, geleimt. Das Elfenbein iſt mit einer etwas ſcharfen Kante in der Gegend von *m* verſehen, und durch dieſes ſowohl, als durch das Holz *a*, ein Loch gedreht, worein eine Barometerröhre *e* gekittet wird, jedoch mit der Bedingung, daſs das Elfenbein bei *m* um etwa eine Linie vorſteht; *c* und *d* ſind mit Zapfen verſehene Oeffnungen.

In dem untern Theile, Fig. 4, iſt ein Schraubengang, in welchen eine eiſerne Schraube, Fig. 5, ſo genau paſst, daſs ſie nur mit Anwendung von einiger Kraft hin und her gedreht werden kann, geſchnitten. Dieſe Schraube *g* hat eine eiſerne Platte *h*, worauf ein Stück feſtes Leder, Fig. 6, *k* vermittelſt eines eiſernen Ringes *ppp* genietet iſt. Dieſe Platte muſs mit der Vorſicht an die Schraube *g* geſchraubt werden, daſs an dem Orte der Befeſtigung kein Queckſilber durchdringen kann, welches man erreicht, wenn die Platte bei *ii* nicht ganz durchbohrt, oder der Anſatz der Schraube genau anſchlieſsend verfertigt wird. Dieſe Schraube *g*

wird nun in den Schraubengang Fig. 4 geſchraubt, und alsdann die Platte *h* darauf befeſtigt.

Soll das Barometer gefüllt werden, ſo bringt man den Theil des Gefäſses Fig. 2 in die Richtung, daſs die Röhre *e* ſenkrecht herunterhängt, gieſst ſie voll Queckſilber, reinigt ſie auf die bekannte Weiſe von allen Luftblaſen, füllt ſie wieder bis an *m* mit Queckſilber, ſchraubt den Theil Fig. 4 feſt an, und verſchlieſst die Röhre dadurch, daſs man die Schraube Fig. 5 ſo anzieht, daſs die (etwas abgeplattete) Schärfe *m* ſich gleichſam in das Leder *k* drückt. Jetzt läſst ſich nun das Inſtrument in die Höhe richten, ſo daſs die Barometer-Röhre aufwärts ſteht, ohne daſs Queckſilber herausläuft; ferner die Kapſel durch *c* voll Queckſilber füllen und das Ueberflüſſige in der Kapſel und Röhre durch die zum Niveau beſtimmte Oeffnung wieder herauslaſſen.

„Um dieſes Barometer zum Gebrauche im Hauſe und auf Reiſen einzurichten, habe ich zwei halbrunde Stäbe ſo aushöhlen laſſen, daſs in einen jeden das Inſtrument genau bis zur mittlern Durchſchnittsfläche paſst. An einen derſelben iſt die Skale, ein Senkblei und das Barometer ſelbſt befeſtigt, in dem andern aber ſind Oeffnungen zu einem Ringe und Haken mit Holzſchrauben, zum kleinen Trichter und zu einem Glaſe mit oder zu Queckſilber geſchnitten. Will ich nun das Barometer transportiren, ſo wird es ſo weit geneigt, bis die Röhre voll Queckſilber iſt, alsdann dieſe mit der Schraube feſt verſchloſſen, der Zapfen in die Oeffnung *C* ge-

drückt, und, (wenn die Reiſe beträchtlich iſt,) die Kapſel *A* ganz mit Queckſilber gefüllt; hierauf werden die beiden halbrunden Stäbe auf einander gelegt, mit meſſingenen Ringen befeſtigt, und alles iſt zur Reiſe fertig. Alle dabei nöthige Vortheile und Handgriffe lehren ſich bei der Behandlung bald."

5. *Eine Verbeſſerung des Heber-Barometers nach* Brander *und ein neues Reiſe-Barometer von Herrn* Voigt.

Herr Friedrich Wilhelm Voigt, mathematiſcher und phyſikaliſcher Inſtrumentmacher zu Jena, der ſich unter andern auch durch ſeine Beiträge zur Verfertigung und Verbeſſerung des Barometers als ein thätiger Künſtler bekannt gemacht hat, giebt uns in der kürzlich erſchienenen Fortſetzung derſelben *) eine ſehr genaue Beſchreibung und Abbildung beider Vorrichtungen. Die Einrichtung des Branderſchen Heber-Barometers wird den Leſern aus einem Schriftchen Branders **) hinlänglich bekannt ſeyn. Herr Voigt wählte faſt dieſelbe Einrichtung, noch ehe er jene Beſchreibung geleſen hatte, und ſchränkt ſich daher in ſeiner Schrift darauf ein, ſeine Veränderungen dieſes Branderſchen Barometers zu beſchreiben und zu rechtferti-

*) Zweites Heft. Leipzig 1799, 56 S., 5 Kupf.

**) *Beſchreibung neuer Barometer von* Brander. Augsburg 1772. 8.

gen, weshalb ich indefs den Leſer auf die Schrift ſelbſt verweiſen muſs. Nur einen Vorſchlag hebe ich für denkende Mechaniker aus: „ob man nicht etwa durch eine den Pendel-Compenſationen ähnliche Einrichtung der Skale alle Berichtigungen des Barometerſtandes wegen der Wärme und die dazu nöthigen Rechnungen überflüſſig machen könne;“ ein Vorſchlag, dem eben nicht viele Hinderniſſe im Wege zu ſtehen ſcheinen.

Das Voigtſche *Reiſe-Barometer* beruht auf einer Einrichtung, die Prinziſchen Gefäſse *), auch auf

*) Die *Prinziſchen* und alle nach der Idee dieſes holländiſchen Künſtlers, eingerichtete *Gefäſse* unterſcheiden ſich durch ein ſinnreich hervorgebrachtes beſtändiges Queckſilber-Niveau in dieſem Gefäſse, von welchem ab, als von einem beſtändigen Nullpunkte, die Skale für den Barometerſtand angeht. Bekanntlich halten alle Flüſſigkeiten auf einer völlig ebenen Fläche, wo nichts ihrer Ausbreitung widerſteht, ſo lange ſie ſich verbreiten, und bevor ſie an die Seitenbegrenzungen der Fläche anſtoſsen, beſtändig einerlei Höhe, ſie mögen, von einer gewiſſen Menge an, in gröſserer oder geringerer Menge ſich darauf befinden. Breitet ſich daher das Queckſilber aus dem Gefäſse des Barometers auf einer ſolchen hinlänglich groſsen, horizontalen und völlig ebenen Fläche aus, die nämlich groſs genug iſt, daſs das Queckſilber die Seitenflächen derſelben nicht erreicht, oder daſs, bevor dieſes geſchieht, das Ueberflüſſige durch eine Oeffnung von dieſer ſogenannten Prinziſchen Fläche abfliefst: ſo wird

af Reiſen zu gebrauchen, indem ihm dieſe Gefäſse, enn man ſie nur verſchlieſsen und etwas verkleiern könnte, die gröſste Genauigkeit mit der röſsten Bequemlichkeit zu vereinigen ſchienen, *)

wird es bei jedem Stande des Barometers auf dieſer Fläche doch immer in einerlei Höhe ſtehen, folglich der Punkt, von welchem an die Barometer-Höhe zu rechnen iſt, für jeden Barometer-Stand unveränderlich derſelbe ſeyn, und daher ein ſolches Gefäſs-Barometer eine feſte und doch genaue Skale zulaſſen. Und das iſt es, was Herr Voigt bei ſeinem Reiſe-Barometer bezweckt zu haben ſcheint. *A.*

*) „Daſs die Gefäſs-Barometer", ſagt Herr Voigt, „im Praktiſchen viele Vorzüge an Bequemlichkeit und Genauigkeit vor dem Heber-Barometer beſitzen, und daſs es wünſchenswerth wäre, ſie zum Reiſe-Barometer qualificiren zu können, zeigen die vielen vergeblichen Verſuche und Miſsgeburten, welche nach de Luc in die Welt gekommen ſind — Daſs ichs deutſch ſage, ich rede hier vorzüglich von den *Aſſier-*, *Preice-*, *Magellan-* und *Hurterſchen* Barometern, deren Gebrauch jedwedem zeigen wird, wie ein Reiſe-Barometer nicht qualificirt ſeyn muſs. Man bekommt ſtatt der Barometer-Beobachtungen Luftblaſen, man iſt nicht im Stande, das Barometer zu verſchlieſsen und wieder zu öffnen, ohne den Eintritt der Luft in die Barometer-Röhre zu riskiren, und man muſs daher, auſser den dazu gehörigen ungeheuern Stativen, noch ein Kohlenbecken bei ſich führen. Oft und viel verbeſſerte Werkzeuge haben meiſtens das

weshalb auch schon Herr Luz, wiewohl auf keine glückliche Art, sie zu verbessern suchte. Auf Tafel VI stellen Fig. 7 und 8 die erste Ausführung dar. Der untere Theil der Glasröhre *RR*, Fig. 7, ist mit einem Cylinder von Papier *AA* überzogen, an welchen ein Ansatz gedreht ist, der, wenn der Cylinder in die Oeffnung des Gefäses *N* gekittet wird, genau auf der Oberfläche des Gefäses bei *ED* auffitzt und das Durchdringen des Queckfilbers verhindert. Die Communications-Oeffnung *H* ist konisch ausgerieben und durch einen passenden wer-

Schicksal, dass ihre erste ursprüngliche Einrichtung allen nachher verbesserten vorgezogen werden muss, wenn man das Wesentliche, und nicht Nebendinge, zur Vollkommenheit bringen will. Das vortreffliche von Herrn von Humboldt angegebene Reise-Barometer und die Luftpumpe des Herrn van Marum haben diesen Satz vor kurzem noch bestätigt.

Herr von Humboldt hat das Barometer von allen Fehlern, welche die Reise-Barometer bisher besasen, grösstentheils befreit. Sein Reise-Barometer ist nichts anderes, als eine äusserst einfache, bequeme und genaue Vorrichtung zum Torricellischen Versuche, welcher bei jeder Beobachtung gleichsam von neuem angestellt oder wiederholt wird. — — Ich beschreibe indess hier ein Reise-Barometer, welches früher als das von Humboldtsche von mir erfunden war, und in vielen Stücken noch einfacher und bequemer als dieses ist.“

chen Kork verſchloſſen, durch deſſen Mitte ein Stück Stahldraht bis in den Griff geht, in welchem er feſtgeleimt iſt. Das ganze Hauptſtück des Gefäſses *ECPL* iſt von Buchsbaum und in der Höhe von *EC* mit einem feinen in Hauſenblaſe getränkten Papierdeckel umzogen, den man bei *BP* und *EC* ſieht, wodurch der Gefäſsraum *ECPLHD*, (Fig. 7,) die Form erhält, welche Fig. 8 darſtellt.

Durch den ſenkrecht ſtehenden nach dem Auge zugekehrten Pappendeckel iſt bei *M*, Fig. 7, in einiger Entfernung von dem Rande *L*, von aufsen nach innen, ein koniſches Loch gebohrt, deſſen Achſe gerade in der Prinziſchen Fläche liegt, wie Fig. 8 es darſtellt, und durch welches das Queckſilber, wenn es ſich beim Ausbreiten auf der Prinziſchen Fläche den Seitenwänden nähern ſollte, ehe es an dieſe ſtöſst, zum Theil herausflieſst. Auf dieſer Oeffnung *M* liegt von aufsen eine Klappe von einer Feder gebildet, welche ſich in Fig. 10 bei *α* zeigt. In jenem Gefäſsraume ſteht das Queckſilber mit einer convexen Fläche immer in einerlei Niveau, und durch die Oeffnung *M* flieſst das überflüſſige in das untergeſetzte prismatiſche Gefäſs aus, welches man in Fig. 10 bei *β* wahrnimmt. Fig 9 ſtellt eine ſolidere Einrichtung vor, wo die Barometeröffnung durch eine Fingerſchraube *EH* verſchloſſen wird, und das Ganze ſieht man in Fig. 10 abgebildet, nur daſs darin der untere Theil des dreibeinigen Stativs ausgelaſſen iſt.

6. *Einige Bemerkungen über das Heber-Barometer.*

Der Verfaſſer der franzöſiſchen Beſchreibung des Humboldtſchen Barometers rühmt die Leichtigkeit, im Falle die Röhre zerbrochen würde, eine neue einſetzen zu können, welches, wie er glaubt, in den Wüſten Thibets ſelbſt keine Hinderniſſe finden würde. Wenn wir auch hiervon die gewöhnliche franzöſiſche Wortgröſse abziehen, ſo ſcheint doch ſelbſt der Reſt nicht einmahl gegründet zu ſeyn. Beim Humboldtſchen, wie beim de Lucſchen, Barometer müſſen einige Röhren für dieſen Unfall mitgenommen werden; iſt es dann nicht einerlei, ob ſie etwas mehr oder weniger Platz einnehmen? beide müſſen doch auch in Thibets Wüſten gefüllt und ausgekocht werden, und mehr Mühe macht es auch nicht, ein Heber-Barometer als eine gerade Röhre auszukochen. Es iſt ein bloſses Vorurtheil, daſs gekrümmte Röhren nicht ausgekocht werden können; ich habe mich durch eigne Erfahrungen vom Gegentheile überzeugt, und auch Herr Luz erwähnt nie, daſs er erſt die Glasröhren nach dem Umkehren beuge. Beſſer wäre es, wenn man dem Zerſchlagen der Röhre durch das Queckſilber leichter ausweichen könnte.

Eine vortheilhafte Einrichtung der Röhre, um dieſes Zerſchlagen durch das Queckſilber zu vermeiden, fand ich an einem von Herrn Stoppani in Leipzig gekauften Barometer. Die Barometerröhre war einen Viertelzoll von ihrer höchſten Spitze, und

unten einen halben Zoll hinter der Krümmung verengt und dadurch hier verstärkt. Diese Einrichtung hat einen doppelten Nutzen, indem dadurch oben ein Theil des Stoßes des Queckſilbers aufgefangen wird, und gegen die obere Fläche nur geſchwächt wirken kann, unten aber das Verſchlieſsen der Röhre durch einen an einen dünnen Stab befeſtigten Pfropf, nachdem man das Queckſilber bis ans Ende hat laufen laſſen, möglich gemacht wird. Eine andere Unannehmlichkeit beim Heber-Barometer, ſelbſt wenn er gut verſchloſſen iſt, entſteht oft aus der Verdichtung des Queckſilbers durch Erkältung oder durch einiges auf der Reiſe herausgefallenes Queckſilber und dagegen eingedrungene Luft. Da unſre Heber-Barometer gleichförmig in einen Bogen gekrümmt zu ſeyn pflegen, ſo kann eine ſolche kleine Luftblaſe beim Umdrehen, ſowohl nach der offenen, als nach der verſchloſſenen luftleeren Seite heraufſteigen und ſo ein erneuertes Auskochen nöthig machen. Daſs dieſer Fehler nicht etwa ſehr ſelten, ſondern faſt jedesmahl nach dem Verſchlieſsen und einer ſtarken Erſchütterung eintritt, lehrte mich Erfahrung. *) Ich wich dieſem Uebel durch die Taf. V, Fig. 10 abgebildete Einrichtung aus, die weiter keiner Erläuterung bedarf, als daſs die Röhren bei *a* zuſammengeſchmolzen ſind, und daſs jetzt, wenn das Barometer umgekehrt iſt, die eingedrungene Luft in *l*, als dem höchſten Punkte, ſich befindet.

*) Siehe auch de Luc *über die Atmoſphäre*, Th. I, S. 346.

7. Beitrag zur Geſchichte der Barometer. *)

Herr Gehler führt in ſeinem phyſikaliſchen Wörterbuche, im erſten Theile, S. 246, bei dem Barometer mit der *ſchiefgebogenen* Röhre an: es ſey nach Muſſchenbroek der Ritter Morland der Erfinder, Leupold aber ſage, Ramazzini beſchreibe ſie, als ſeine eigne. Es war dem Beſitzer dieſes Barometers intereſſant, den Erfinder gewiſſer zu kennen, und er ſchlug die angeführte Stelle nach, welche er in Ramazzinii Opp., ed. Lond. 1718, 4., p. 213, (*ſ. ephem. barom.*,) fand, und woraus erhellet, daſs, — doch erſt die Stelle: — „*propterea totam altitudinem perpendicularem, quam hoc anno mercurius in meo barom. obtinuit, in* 30 *partes, ſeu pollices ſuppono diviſam, et quia meus barom. ad altitudinem pollicum* 28 *ad latus inflectitur, et brachium exporrigit a plano horizontali mediocriter aſſurgens, in quo mercurius vagatur, ut magis ſenſibiliter illius motiones dignoſcantur, reliquos duos pollices altitudinis perpendicularis, qui per latus inflexum fiſtulae longiori tractu ſunt distributae, in* 90 *lineas placuit eſſe diviſos.*“ Mir deucht, es iſt einleuchtend, R. beſchreibe hier ein ganz ge-

*) Von einem Ungenannten, der ihn dem verſtorbenen Gren mitgetheilt hatte, an deſſen Behauptung der Herausgeber keinen Antheil nimmt, da ſie mit dem Schluſſe der angeführten lateiniſchen Stelle nicht zu beſtehen ſcheint.

wöhnliches Barometer von 30 Zoll, und sey ganz unschuldig, dass Leupold, und mit ihm Andere, das Obere zum Untern kehren, und statt *ad altitudinem* oben zu übersetzen: *bei der Höhe von* 28 *Zoll*, setzen: *auf* 28 *Zoll hoch*. R. sagt, die Röhre beträgt, von oben nach unten gerechnet, 28 Zoll, dann ist sie 2 Zoll gebogen, wie jede Röhre gewöhnlich. Er habe aber, aus Accurateſſe, die obere Skala in 90 Linien getheilt. Das: *ad latus flectitur*, gilt so gut von der untern als obern Beugung. Alles also stösst sich an den Ausdruck: *ad altitudinem*, *ad latus*, folglich *ad* ist der ganze Stein des Anstoſses. Noch bemerke ich, dass das Morlandische, ausser diesem Verhältnisse, eine gebogene obere Röhre von 50 Zoll habe, wovon also bei R. kein Wort vorkommt.

V.

Ueber den Urſprung des unterirdiſchen Waſſers.

von

J. K. P. Grimm,

Prof. der Phyſik an der Königl. Friedrichs-Schule und der Artill.-Akad. in Breslau.

Alle in der Phyſik enthaltene Sätze und die zur Beſtätigung derſelben angeſtellten Verſuche ſollen den Endzweck haben, über die Naturerſcheinungen Licht zu verbreiten, und vorzüglich die wirkenden Urſachen verſchiedener Phänomene zu erforſchen. Dieſer Endzweck iſt bereits ſchon in ſehr vielen Fällen glücklich erreicht worden. So ſind wir z. B. anjetzt durch die electriſchen Verſuche in den Stand geſetzt, die Erſcheinungen des Gewitters gründlich zu erklären. Dergleichen Anwendungen ſind ohne Zweifel ſehr nützlich, und müſſen aufmuntern, auch von andern phyſikaliſchen Sätzen Anwendungen zu machen.

Oefters tritt aber in der Phyſik der Fall ein, daſs bei der Erklärung gewiſſer Erſcheinungen unſre Erfahrung nicht hinreichend iſt, und daſs wir alsdann zu Hypotheſen unſre Zuflucht nehmen müſſen. Eben ſo bekannt iſt es aber auch, daſs eine hypothetiſche Erklärung nur ſo lange ihre Gültigkeit behauptet, als keine andern vorhanden ſind, welche auf einen

gröſsern Grad von Wahrſcheinlichkeit Anſpruch machen können.

Die Erklärungen, welche wir über die Entſtehung des unterirdiſchen Waſſers beſitzen, ſind nichts anderes als Hypotheſen. Ich will in der Kürze die wichtigſten Erklärungen über dieſen Gegenſtand anführen, und zugleich zeigen, wie wenig befriedigend dieſelben ſind. Durch dieſe kurze Darſtellung habe ich die Abſicht, mich zu entſchuldigen, warum ich wage, über dieſen Gegenſtand meine eignen Ideen, (die auf Neutons Regel: daſs natürliche Wirkungen von einerlei Art auch aus einerlei Urſache erklärt werden müſſen, ſich gründen,) Kennern zur Prüfung vorzulegen.

Das Fluſswaſſer, welches ſich zuletzt in das Meer ergieſst, verdankt ſeinen Urſprung den Quellen. Die Erde wird folglich als der allgemeine Sammelplatz des Waſſers betrachtet; und zwar mit allem Rechte, denn je tiefer wir in dieſelbe eindringen, deſto mehr Waſſer treffen wir an. Diejenige Gegend in der Erde, wo ſich das Waſſer anhäuft, wird der *Seegrund* genannt.

Natürlicher Weiſe begnügte man ſich nicht mit der Kenntniſs, daſs das Waſſer aus der Erde entſpringe, ſondern man wollte auch erforſchen, auf welche Art daſſelbe in die Erde gelange. Man konnte ſich ſehr leicht überzeugen, daſs es aus den benachbarten Bächen und Flüſſen nicht in die Erde kommen konnte, weil dieſelben öfters niedriger liegen, als der ſogenannte Seegrund.

Eine der älteſten und gewöhnlichſten Erklärungen iſt folgende: Alles Waſſer, welches aus der Atmoſphäre, es ſey nun als Regen oder als Schnee, herabfalle, dringe in die Erde ſo weit ein, bis es zu einer Stein- oder Erdſchicht gelange, durch welche es nicht weiter dringen kann. Hier bilde es den Seegrund. Auſserdem nehmen einige Naturforſcher noch an, daſs die Wolken, welche beſtändig mit Electricität verſehen ſeyn ſollen, von den Bergen angezogen würden. Nach dieſer Vorſtellung verlieren alsdann die Wolken einen groſsen Theil ihrer Flüſſigkeit, welche in das Innere des Berges eindringt.

Dieſe Erklärung, ungeachtet ſie groſsen Beifall erhalten hat, iſt nichts weniger als befriedigend. Zwar können wir nicht läugnen, daſs es Quellen giebt, die durch das in die Erde eingedrungene Regen- und Schneewaſſer entſtehen: denn an der Richtigkeit dieſes Satzes läſst uns das bei einer anhaltenden Dürre erfolgte Austrocknen vieler Quellen keinen Zweifel übrig. Dergleichen Quellen machen aber nur eine Ausnahme, denn die meiſten haben aus der Tiefe der Erde einen immerwährenden Zufluſs, und hören, auch ſelbſt im heiſſeſten Sommer, wo wir Mangel an Regen haben, nie zu flieſsen auf.

Daſs aber das in der Erde befindliche Waſſer nicht aus der Atmoſphäre herabgefallen ſeyn kann, muſs gewiſs einem jeden einleuchtend ſeyn, wer nur erwägt, daſs man in der Tiefe der Erde eine ſehr groſse Menge Waſſers antrifft, ungeachtet täg-

lich vieles Waſſer hervorquillt, und daſs von dem aus der Atmoſphäre herabgefallenen Waſſer ein Theil ſogleich wieder verdunſtet, ein anderer Theil aber zum Wachsthume der Pflanzen erforderlich iſt, und folglich nur ein ſehr kleiner Theil in die Erde eindringen könne.

Schon längſt haben gegen dieſe Theorie mehrere Naturforſcher die Erinnerung gemacht, daſs das Regenwaſſer nur 10 Fuſs tief in die Erde dringen könne. Dieſer Einwurf hat durch die von Perrault und de la Hire angeſtellten Verſuche noch mehr Beſtätigung erhalten, denn die Reſultate derſelben ſtimmen damit überein, daſs das Erdreich, ſowohl auf Hügeln als auch auf Flächen, nicht über zwei Fuſs tief durchdrungen werden könne.

Mariotte, dem dieſer Einwurf nicht unbekannt war, ſucht denſelben auf folgende Art zu entkräften: Das rohe Erdreich ſey von dem angebauten verſchieden. In dem erſtern befänden ſich feine Kanäle, durch welche das Waſſer bis in die Tiefe eindringen könne. Dies könne aber in dem letztern nicht geſchehen, weil daſelbſt die feinen Kanäle ſchon gänzlich wären zerſtört worden.

Die Art und Weiſe, auf welche Mariotte obige Theorie zu vertheidigen ſucht, macht es noch wahrſcheinlicher, daſs nur ſehr wenige Quellen durch Regen- und Schneewaſſer entſtehen können. Wollte man Mariotte's Vertheidigung als gültig anerkennen, ſo könnten wir nicht einſehen, wie es möglich ſey, daſs das Schnee- und Regen-

Waſſer, welches folglich nur an den wüſten Stellen in die Tiefe der Erde eindringt, hinlänglich mit Waſſer die Erde verſehen könne, da doch in denjenigen Gegenden, welche faſt allenthalben angebauet, und wo nur wenige wüſte Stellen vorhanden ſind, gleichfalls viele Quellen angetroffen werden.

Diejenigen Naturforſcher, welche obige Erklärung verwarfen, haben Woodward's Hypotheſe beigeſtimmt. Derſelbe nimmt nämlich an: Die Erde ſey eine mit Waſſer angefüllte hohle Kugel, welche aber einen ſolchen Grad der Wärme beſitze, daſs eine beſtändige Ausdünſtung des Waſſerbehälters unterhalten werde. Die hierdurch entſtandenen Dünſte ſollen durch Ritzen in die Höhe dringen und ſich daſelbſt wieder verdichten.

Herr de Luc *) hat hinlänglich bewieſen, daſs dieſe Hypotheſe gegen alle Erfahrung ſtreite. Und geſetzt auch, daſs dies der Fall nicht wäre, ſo bliebe doch durch dieſelbe die Hauptſache unerklärt; denn man könnte noch immer die Frage aufwerfen: wodurch der Abgang, welchen das im Innern der Erde befindliche Waſſer durch beſtändiges Verdunſten erleide, erſetzt werde?

Dergleichen Betrachtungen hatten mich ſchon längſt überzeugt, daſs jene Hypotheſen unwahrſcheinlich und unbefriedigend wären, und einige

*) *Deſſelben Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, Th. I, §. 154.

Zeit hindurch glaubte ich, es ſey beſſer, ſtatt jener Hypotheſen lieber einzugeſtehen, daſs der Urſprung des unterirdiſchen Waſſers von uns nicht könne erklärt werden. Nachher aber habe ich mich überzeugt, daſs man durch Anwendung einiger Sätze der neuern Chemie in den Stand geſetzt ſey, jenen Gegenſtand wenigſtens nicht auf eine unbefriedigende Art zu erklären.

Nach meiner Einſicht ſind allerdings Regen- und Schneewaſſer, desgleichen auch die aus dem Meere aufgeſtiegenen Dünſte, der Urſprung vieler Quellen. Aber deſſen ungeachtet glaube ich, daſs das unterirdiſche Waſſer, und folglich die meiſten Quellen, nicht durch jene Urſachen ihr Daſeyn erhalten.

Ueberhaupt habe ich mich ſchon längſt gewundert, warum man geradezu hat behaupten wollen, daſs alles in der Erde befindliche Waſſer erſt aus der Atmoſphäre in dieſelbe gekommen ſeyn ſoll, da man doch von allen Mineralien, welche durch den Bergwerksbau aus der Erde gewonnen werden, annimmt, daſs ſie ſich in der Erde erzeugen. Wäre es alſo nicht möglich, *daſs auch das Waſſer durch irgend eine Operation in der Erde erzeugt würde?*

Die Möglichkeit einer in der Erde entſtehenden Erzeugung des Waſſers iſt freilich nur dasjenige, was am leichteſten zugegeben werden kann. Nun aber entſteht die Frage: *wie geſchieht dieſe Operation?* Freilich muſs man hier eingeſtehen, daſs dieſe Frage nicht mit mathematiſcher Gewiſsheit beant-

wortet werden kann. Gesetzt aber auch; dieselbe bliebe gänzlich unbeantwortet, so könnte doch die Möglichkeit jenes Satzes nicht bezweifelt werden; denn man kann ja auch in sehr vielen andern Fällen, wo es doch als entschieden angenommen wird, dafs die Körper sich in der Erde erzeugen, gleichfalls nicht bestimmen, auf welche Art dies geschieht.

Allein ich glaube, dafs jene Frage durch Hülfe der neuern Chemie auf eine nicht gänzlich unbefriedigende Art könne beantwortet werden.

Den in neuern Zeiten in der Chemie gemachten Fortschritten verdanken wir die Kenntnifs, dafs das Wasser kein Element sey, sondern aus Sauerstoff und Wasserstoff bestehe, und durch Verbrennen des Wasserstoffgas im Sauerstoffgas wirklich erzeugt werden kann. Dieses zeigt uns, wie wir Wasser können entstehen lassen, und berechtigt uns zu dem Schlusse, dafs auch die Natur auf eine ähnliche Art Wasser hervorbringen könne.

Auch haben wirklich schon einige Naturforscher behauptet, dafs in der obern Atmosphäre Luft sich in Wasser verwandeln könne, welche Meinung zuerst vom Herrn de Luc ist vorgetragen worden; jedoch ist diese Behauptung von der gegenwärtigen sehr verschieden, denn jene lassen nur in der obern Atmosphäre Wasser aus den Luftarten entstehen, welche zuvor nach ihrer Meinung durch die Zerlegung der emporgestiegenen Wasserdünste entstanden waren. Ich aber glaube, dafs eine langsame Ver-

brennung des Wasserstoffgas und des Sauerstoffgas die einzige Ursache des unterirdischen Wassers sey.

Und zwar bestimmen mich für diese Meinung folgende Gründe:

1. Sind in der Erde alle diejenigen Stoffe, aus welchen wir jene Luftarten entwickeln, in grosser Menge vorhanden.

2. Können daselbst noch andere bis jetzt uns unbekannte Materialien sich befinden, die gleichfalls bei einem gehörigen Grade der Hitze jene Luftarten entwickeln.

3. Wollen wir annehmen, dass das Sauerstoffgas auch in der Erde vermittelst des Feuers entwickelt werde; so müssen wir zugestehen, dass diese Operation sehr gut möglich sey, weil sowohl die feuerspeienden Berge als auch die Erdbeben ein unterirdisches Feuer anzeigen.

4. Die heftigen Erschütterungen der Erde, welche theils allein erfolgen, theils den Ausbrüchen feuerspeiender Berge vorangehen, scheinen in der That die Wirkung der in grosser Menge in unterirdischen Höhlen und Kanälen entstandenen elastischen Luftarten zu seyn.

5. Bei jenen Phänomenen, nämlich bei den Erdbeben und feuerspeienden Bergen, kommt auch öfters aus der Erde viel Wasser zum Vorscheine. Es entstehen nämlich bisweilen neue Quellen und

Bäche, und ganze Ländereien verſchwinden und ſtatt derſelben erſcheinen Seen.

6. Ob wir gleich noch nicht tief in die Erde eingedrungen ſind, ſo müſſen wir doch zugeben, daſs im Innern der Erde verſchiedene Gasarten entſtehen. Die Bergleute z. B. treffen in den Schachten öfters Luftarten an, in welchen die Lampen verlöſchen.

7. Die allmählige Verbrennung des Waſſerſtoffgas und des Sauerſtoffgas kann vielleicht auch durch das im Innern der Erde entſtandene electriſche Feuer bewirkt werden.

Dies ſind die wichtigſten Gründe, welche ich für meine Meinung anführe. Zugleich muſs ich aber auch eines Einwurfs erwähnen, welcher derſelben kann entgegengeſtellt werden. Man könnte nämlich erinnern, daſs auf ſolche Art nur wenig Waſſer erzeugt werde, weil zum Glück die Erdbeben nur ſelten und nicht allenthalben erfolgen und auch die Vulkane nicht in allzu zahlreicher Menge vorhanden ſind, und auch nur ſelten Feuer auswerfen.

Dieſer Einwurf kann aber, wie ich glaube, durch folgende Gründe entkräftet werden:

1. Die Erdbeben ſelbſt, welche ſich bisweilen auf einige 100 Meilen erſtrecken, laſſen ſchon vermuthen, daſs in der Erde viele Kanäle vorhanden ſind, welche in Verbindung ſtehen.

2. Auch ſelbſt alsdann, wenn Erdbeben und Ausbrüche der Vulkane nicht erfolgen, kann jene Operation geſchehen. Wenigſtens iſt der von den feuerſpeienden Bergen und andern Gegenden aufſteigende Rauch eine ſehr deutliche Spur eines unterirdiſchen Feuers.

3. Und ſelbſt in denjenigen Gegenden, wo weder Vulkane ſich befinden, noch Erdbeben erfolgen, kann in der Tiefe der Erde das Waſſer auf dieſe Art erzeugt werden, weil daſelbſt gleichfalls ein ſolcher Grad der Hitze vorhanden ſeyn kann, welcher hinlänglich iſt, um jene Operation zu bewirken, ohne jedoch ſchreckliche Erſchütterungen hervorzubringen. Daſs die Erde in ihrem Innern, auch ſelbſt da, wo keine Spuren von einer Erderſchütterung wahrgenommen werden, Gasarten enthalte, iſt wenigſtens eine auf Erfahrung gegründete Wahrheit.

VI.

EIN PAAR BEMERKUNGEN

über unterirdische Wasser,

von

BAILLET und VULLIAMY.

Es ist eine unter den Bergleuten längst ausgemachte Thatsache, dass die Grubenwasser lediglich aus den obern Gebirgslagen herrühren. Dieses könnte ich, sagt Baillet, Aufseher der Bergwerke der Republik und Professor an der *Ecole des mines*, *) wenn es Noth thäte, mit hundert Beispielen aus den Bergwerken Frankreichs und der benachbarten Länder bestätigen. Doch will ich hier nur ein Beispiel anführen, welches die Aufmerksamkeit des Geologen vorzüglich verdient. Die Steinkohlenbergwerke im ehemahligen französischen Flandern, und zwar namentlich das zu *Anzin*, unweit Valenciennes, und zu *Onicke*, unweit Douay, werden in einem Flötzgebirge betrieben, das bis zur Tiefe von hundert oder zweihundert Mètres, aus abwechselnden horizontalen Lagern von Sandstein, Kreide, Mergel und Letten besteht. Das unterste dieser Lager ist ein 20 Mètres mächtiges Lettenlager; unmittelbar darunter liegen die schief einfallenden Steinkohlenlager, die mit parallelen Schichten eines

*) *Journal de Physique par* Delamétherie, Tome V, p. 164.

glimmrigen Schiefers und eines granitartigen Steins, (*Grès granitiformes*,) abwechſeln.

Wenn man in dieſem Gebirge einen Schacht abſenkt, ſo iſt der Zufluſs der Waſſer in den Sand-, Kreide- und Mergellagern ſo auſserordentlich ſtark, daſs es, ſelbſt wenn der Schacht nicht mehr als 2 Mètres lang und breit und erſt 30 bis 40 Mètres tief iſt, dort gegen 200 bis 300 Pferde oder mehrerer Dampfmaſchinen bedarf, um die Waſſer zu Tage zu heben. Iſt man bis zur untern Lettenlage, die über den Steinkohlen liegt, gekommen, ſo macht man die ganze Zimmerung waſſerdicht, *) ſo daſs die Waſſer in den verſchiedenen Lagern, aus denen ſie herausdrangen, zurückgehalten werden, und der Austritt ihnen einigermaſsen hermetiſch verſchloſſen wird.

Darauf nimmt man die Pumpen und Künſte fort, und kann den Schacht, ohne von den Waſſern weiter gehindert zu werden, nach Willkühr abtiefen. Höchſtens ſammelt ſich im Tiefſten etwas Waſſer, das durch die Ritzen des Zimmerwerks hindurch träufelt, oder durch die Riſſe und Ablöſungen der Schiefer, Sandſteine und Steinkohlen hindurchſickert. Doch iſt auch dieſes ſo wenig, daſs mehrentheils eine einzige Dampfmaſchine ausreicht, um mehrere Gruben, die bis auf 300 Mètres tief ſind, und ſich bis auf 1200 oder 1500 Mètres in die Run-

*) *On établit ce qu'on nomme le picotage, et on exécute le cuvelage du puits, depuis le fond jusqu'au jour.*

de erſtrecken, trocken zu erhalten. Oft iſt es ſogar in Strecken, die man durch die Steinkohlen treibt, ſo auſserordentlich trocken, daſs die Bergleute aus dem Tiefſten des Schachts einige Eimer Waſſer hohlen, und damit den Boden der Strecke begieſsen müſſen, um die Friction der Karren zu mindern, in denen ſie die Kohlen nach dem Schachte laufen.

* * *

„Vor einigen Jahren", erzählt Benj. Vulliamy in einem Briefe an den Ritter Banks, *) „unternahm ich es auf einem Landgute meines Bruders, Norland Houſe, einen Brunnen zu graben, bei dem ich ſogleich mein Augenmerk dahin richtete, wo möglich eine Quelle zu erſchroten, die ſtark genug zuſtrömte, um von ſelbſt überzuflieſsen. Freilich möchte man wohl ſelten das Glück haben, auf eine ſo waſſerreiche Quelle zu treffen, und die Auslagen, um die groſsen Schwierigkeiten und Koſten bei einer ſolchen Anlage zu überwinden; indeſs richtete ich doch gleich anfangs alles ſo ein, als würde ich eine ſolche Quelle finden, und bin nach auſserordentlichen Schwierigkeiten endlich glücklich mit einem Brunnen zu Stande gekommen, deſſen Waſſer bis zu Tage aufſteigt und von ſelbſt abflieſst, und der mir, da er

*) *Philoſ. Transact. of the Roy. Soc. of London* f. 1797, p. 385—330.

wenigſtens zur Hälfte Werk der Kunſt iſt, nicht unmerkwürdig ſcheint.

Er hat 4 Fuſs im Lichten, und wurde auf die gewöhnliche Art abgeſenkt und ausgemauert, bis die Arbeiter in einer Tiefe von 256 Fuſs ſich dem Waſſer nahe glaubten, und das fernere Abtiefen für gefährlich hielten. Nun führte ich bis zur Höhe von 6 Fuſs über dem Boden eine Ummauerung von doppelter Stärke auf, ſetzte einen Bohrer von 5¾ Zoll Durchmeſſer in der Mitte des Bodens an, und trieb in das Bohrloch eine eben ſo weite kupferne Röhre hinein. Nachdem wir 24 Fuſs tief durch den Felſen gebohrt hatten, kamen wir auf Waſſer, oder vielmehr wahrſcheinlich auf eine Schicht von Waſſer und Sand. Denn augenblicklich drang zur Kupferröhre, deren oberes Ende damahls nur noch 3 Fuſs über den Boden des Brunnens hervorragte, beides hervor. In 11 Minuten ſtieg das Waſſer 124 Fuſs hoch, und in den darauf folgenden 69 Minuten noch 119 Fuſs höher, und blieb dann 17 Fuſs unter Tage ſtehen, auch wenn man Waſſer ausſchöpfte. Ein den Tag darauf hinein geſenktes Bleiloth zeigte aber zu unſerm groſsen Miſsvergnügen, daſs in den Brunnen 96 Fuſs tief Sand mit hinein geſchwemmt waren, und bald ſtieg das Waſſer, wenn man etwas davon ausſchöpfte, immer weniger, und endlich gar nicht mehr nach.

Sollte nicht die ganze bisherige Arbeit verloren ſeyn, ſo muſste ich mich entſchlieſsen, dieſen

Sand wieder auszubaggen, obgleich die Arbeit beſchwerlicher war, als das Graben eines neuen Brunnens. Als 60 Fuſs Sand ausgebagget waren, drang das Waſſer plötzlich wieder mit derſelben Macht, wie zuerſt, in den Brunnen hinauf, und der Arbeiter, der unten ſtand, wurde mit Sand und Waſſer ſo überdeckt, daſs man ihn halb erſtickt heraufzog. Das Waſſer ſtieg wieder ſchnell bis auf 17 Fuſs unter Tage, und blieb dann ſtehen; das Bleiloth zeigte aber, daſs genau eben ſo viel Sand, wie das erſte Mahl, wieder mit hinauf geſpült war.

Die Arbeit wäre alſo wiederum verloren geweſen, hätte ich den Muth ſinken laſſen. Ich fing daher ſogleich an, mittelſt einer eiſernen Büchſe, die unten ſpitzig zulief und hier mit zwei Klapp-Ventilen verſehen war, den Sand hinauszuſchaffen, und lieſs dabei abwechſelnd auch das Waſſer ausſchöpfen, damit das immer zuſtrömende Waſſer dem Sande nicht Zeit laſſen möchte, ſich, wie das erſte Mahl, zu ſetzen und zu erhärten. Dieſe Arbeit war nicht bloſs äuſserſt mühſelig, ſondern auch nicht wenig abſchreckend, da oft, wenn 6 Fuſs Sand an einem Tage hinausgezogen waren, ſich im Brunnen doch nur 1 Fuſs Sand weniger wie zuvor fand, immer alſo noch Sand hineindringen muſste. Als wir indeſs eine geraume Zeit lang mit dieſer Arbeit fortgefahren hatten, merkten wir, daſs das Waſſer im Brunnen immer höher und höher anſtieg, bis es endlich ganz zu Tage kam, und in ei-

der kleinen Rinne über den Rand des Brunnens in den Weg hinab lief.

Ein Fehler in dem oberſten Theile der Mauerung machte es indeſs nöthig, das Waſſer 11 Fuſs tief unter Tage zu erhalten, welches mittelſt zweier Pumpen geſchah, die 8 Tage oder 192 Stunden hindurch beſtändig fort im Gange erhalten wurden. Darauf kam das Waſſer wieder zum Ueberſtrömen, und als ich noch mehr Sand ausſchöpfte, wurde der Waſſerzufluſs ſo beträchtlich vermehrt, daſs, ſtatt vorhin 30, jetzt 46 Gallonen in jeder Minute zum Brunnen ausſtrömen.

VII.

VERSUCH

über

einen beſondern Schein im Waſſer der Oſt-See, oder das in den Scheren von Wermdö ſogenannte Schwachfeuer, (mareldens;)

von

OLOF WÄSTRÖM. *)

In den Binnenwaſſern und Buchten der Oſt-See ſieht man oft im Herbſte und ſpäter des Nachts im Waſſer einen bleichen Schein, der an Farbe dem hellblauen electriſchen Funken ähnlich iſt. Dieſes merkwürdige und angenehme Phänomen zeigt ſich manchmahl bei ſanftem Wehen oder leiſem Rauſchen des Windes, noch beſſer aber bei ſtillem Wetter, wo es unter der Bewegung der Ruder und im Kielwaſſer des fortgleitenden Fahrzeuges flammt. Beim Ziehen mit dem groſsen Netze gewährt es den Scherenbauern in der Herbſtzeit nicht ſelten einen rei-

*) Aus den *Kongl. Vetenſk. Academ. nya Handl.*, Stockh. 1798, 3tes Quartal. Daſs die phyſikaliſchen Vorſtellungsarten des Verfaſſers nicht ganz geläutert ſind, wird der Leſer ihm wohl eher zu Gute halten, als daſs die Thatſachen, die er anführt, nicht alle hinlänglich verificirt, und manche nur Muthmaſsungen zu ſeyn ſcheinen. *d. H.*

zenden Anblick, wenn ihre Flotten *) in diesem Scheine spielen, und die beiden Flügel des Netzes, so weit man sehen kann, sich darin bewegen. Während dessen naht sich das Netz dem Ufer, und das Springen der Fische im Beutel erregt einen Schein, der einem matten Blitze gleicht. Da bei demselben mehrentheils die Fischerei glücklich ist, so achtet man diesen Schein eben so wie die Alten Castor und Pollux.

Da mir nicht bekannt ist, dass dieser Lichtschein schon beschrieben ist; so wage ich es, der einsichtsvollen Beurtheilung der königlichen Akademie der Wissenschaften folgende Bemerkungen darüber vorzulegen. Es muss sogleich als bemerkenswerth angeführt werden, was sowohl ich als die Scherenbewohner im Allgemeinen gefunden haben, dass der starke Schein dieses Feuers fast immer ein Zeichen oder Vorbote eines schnell entstehenden Ost- oder Nord-Ost-Windes, verbunden mit Niederschlag aus der Luft oder Unwetter, ist.

Es übersteigt meine Kräfte, mit Bestimmtheit festzusetzen, ob dieses Feuer wirklich ein electrischer oder phosphorischer Schein sey, oder ob es im Wasser einen eigenen flüssigen Grundstoff habe, aus dem es entbunden wird. Doch dem sey wie ihm wolle, so zeigt sich diese leuchtende Kraft in unsern langen Herbst- und Winternächten, wo sich

*) So nennt man die kleinen Stücke Fichtenrinde, welche das Netz im Wasser schwimmend erhalten.

so viele Veränderungen auf der Erde und in der Luft ereignen. Ich bin oft auf den weiten Binnenwassern der Ost-See in hellen und angenehmen Nächten, wie sie in Nordland zu seyn pflegen, gereist. Der Dunstkreis war rein, die Sterne funkelten, und das Auge konnte keine Wolke entdecken, und doch verdunkelte er sich plötzlich. Nach einigen Stunden ward es wieder helle, und so fuhr es abwechselnd die ganze Nacht unter gleich hellem Himmel fort. Diese merkliche Veränderung des stärkern und schwächern Lichts zur Nachtzeit, die mehrentheils immer eine Veränderung des Wetters anzeigt, möchte wohl nicht allein ihren Grund darin haben, dass feine und unsichtbare Dünste vom Meere auf über den Horizont in gewissen Strecken ziehen, und die leuchtende Kraft in ihrer Bewegung hindern, sondern auch darin, dass einige Räume des Luftkreises nicht allein reiner, sondern, welches noch glaublicher scheint, mit solchen Theilen angefüllt sind, in welchen und durch welche die leuchtende Kraft stärker zu wirken vermag. Es zeigt sich kein Grund, warum dieselbe leuchtende Kraft unter verschiedenen Umständen nicht auch in verschiedenen Graden und Veränderungen im Wasser und in der Luft wirken sollte. Und da das Wasser ein weit schwereres und dichteres Mittel ist, als die Luft, so müssen die stärkern Grade und die stärkere Bewegung des Lichts bei gewaltsamer Bewegung des Wassers, z. B. beim Rudern und Segeln, leichter bemerkt werden können.

Auch die Zeit möchte zu diesen Erscheinungen eine bedeutend mitwirkende Ursache herbeiführen. Es wird dieser Schein am meisten gerade in der Zeit gesehen, wenn Wasser und Luft nach und nach von Wärme zur Kälte übergehen: und da sich diese Erscheinung nur unter einigen Graden der Kälte, am besten, wie man sagt, bei grauer Kälte, (*gråkall,*) und trübem Wetter zeigt; so könnte man auf die Vermuthung gerathen, dass der Meerschein von nichts anderm, als von unzählbaren feinen unaufgelösten Eisnadeln herrühre, welche, indem sie bewegt werden, sich umdrehen und zergehen, ihre eignen Lichttheilchen in und unter einander verbreiten. Dieser Gedanke stützt sich nicht nur darauf, dass alle krystallisirte Körper stärker Licht verbreiten und ausstreuen, sondern auch auf die Meinung einsichtsvoller Naturforscher, dass gewisse Scheine, als: Nebensonnen, Höfe u. s. w., die sich nicht leicht zu einer andern Zeit, als wenn sich das Wetter bricht, zeigen, von den in der Atmosphäre befindlichen Eisnadeln herrühren. Etwas dickes Eis zeigt eben die Eigenschaft. Wenn man bei Nacht eine Wake hauet, (am besten in Kerneis,) und hernach darin rühret oder die Eisschollen herauswirft, so verbreitet sich ein blafsblaues, liebliches, ziemlich starkes Licht, welches diesem Scheine völlig ähnlich ist. Das Eis verliert aber diese Eigenschaft, wenn es einige Zeit zu Tage gelegen hat.

Diese angeführte Erklärung möchte vielleicht genügen: aber aus der Jahreszeit folgt noch ein Umstand, der bei der Erklärung dieses Scheins nicht übergangen werden darf. Ohne gerade eine Gleichheit desselben mit dem stärkern Lichte im Weltmeere, vorzüglich unter den Wendekreisen, zu suchen, darf man doch nicht aus der Acht lassen, dass, wie der Ritter Eckeberg in seiner *Ostindischen Reise* im Jahre 1771 und 1772 anführt, dort einige Insekten, Polypen, Medusen und andere schleimige Körper im Kielwasser zu liegen und zu leuchten pflegen. Eben so enthält in dieser Jahreszeit die Ost-See eine Menge schleimiger Körper, die sich auf ihre Oberfläche erheben, und vielleicht eben so wie jene zum Leuchten gebracht werden können. Unzählig viele Meer-Producte, Gras-, Bodengewächse und ehemahls lebende Seegewürme sind dann in ihrer Auflösung begriffen. Zu ihren Grundbestandtheilen gehört der Lichtstoff eben so gut als bei dem Lebenden des Trockenen; und indem dieser dann in seine uranfängliche Beschaffenheit zurückgeht, könnte er sehr wohl sichtbar werden. Es ist bekannt, wie viele Körper in ihrer Auflösung und Verwesung die seltsame Eigenschaft besitzen, einen Schein und Licht um sich zu verbreiten, ja dass sogar ihre feinsten aufgelösten Theile in eine Art von Flamme oder Brand übergehen, wie zum Beispiel die Irrlichter. Fällt nun solche Witterung ein, dass diese flüssigen aufgelösten Materien im Wasser zusammenlaufen und sich krystallisiren müssen, so ist das wie-

lerum ein Grund, woraus ſich jene Erſcheinung rklären lieſse. *)

Daſs der Schein dieſes ſchwachen Feuers auch lectriſch ſeyn könne, iſt durch ſichere Beobachtun-

*) Folgendes laſſe ich bloſs ſeiner Sonderbarkeit wegen ſtehen, doch nur als beiläufigen Wahn. *d. H.*

„Daſs aber dergleichen Feuer wirklich im Waſſer enthalten ſey, iſt nicht unwahrſcheinlich; da die Natur durch Mittelweſen widerſtreitende und fremdartige Dinge vereint. Ein ſolches Mittelweſen, welches das Seewaſſer reichlich enthält, könnte das feine, ſtarke und klebrige Sediment ſeyn, das durch die ganze Waſſermaſſe verbreitet und ſchwerlich eine bloſse Auflöſung fremder Körper iſt, ſondern zum Weſen des Seewaſſers als Beſtandtheil gehört. Ich kenne die Beſtandtheile dieſes Mittelweſens nicht, und habe von ſeiner Beſchaffenheit weiter keine Kenntniſs, als daſs es ſich bei der Sommerwärme reichlich an gewiſſe fremdartige Körper anhängt, man mag ſie, wo man will, ins Waſſer ſenken; daſs ſich darin mannigfaltige See-Produkte: Larven, Schnecken und Inſekten, aufhalten; daſs das Sediment, in der Sonne getrocknet, brennt, eine beſondere weiſse Flamme giebt und ſtark kniſtert, ohne Zweifel wegen der darin überflüſſig enthaltenen Salztheilchen. Gegen den Herbſt und Winter ſetzt es ſich weniger an, macht aber doch die Oberfläche der Körper glatt, ſchlüpfrig und glänzend, und brennt, etwas getrocknet, eben ſo mit der erwähnten Flamme und Geräuſch.“

gen ausgemacht, eben ſo, als daſs es immer einfallenden Oſt- oder Nord-Oſt-Wind bedeutet. Es verhält ſich damit, wie mit verſchiedenen Luftſcheinen, als: dem Blinken (*hägring*,) und dem Seeſcheine, (*ſjöſyner*,) welche, (zugleich mit dem Wogen und Toben des Meeres an den Küſten,) gemeiniglich den ſtärkern Ausbruch dieſes Windes, mit Niederſchlag und Unwetter, verkünden, und die ſicherſten Merkmahle ſind, daſs die electriſche Materie vor und mit dem Verbreiten dieſes Windes in beſonderer Verbindung ſteht. Aber dies und andere Beobachtungen werde ich in einer eignen Abhandlung, den Nord-Oſt-Wind betreffend, der einſichtsvollen Beurtheilung der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften vorlegen.

VIII.

EINIGE BAROMETERBEOBACHTUNGEN.

1. *Beſtimmung der Barometerhöhe am Ufer des Meers, von* FLEURIAU BELLEVUE. *)

Ungeachtet der Genauigkeit der neuern meteorologiſchen Beobachtungen iſt man doch über die mittlere Barometerhöhe am Ufer des Meers noch nicht ganz aufs Reine.

Vier Jahre lang, von 1781 bis 1784, habe ich zu *Rochelle* täglich dreimahl, um 7 Uhr Morgens, um 2 Uhr Nachmittags und um 11 Uhr Abends, ein gutes Gefäs-Barometer beobachtet, deſſen Röhre $3\frac{1}{2}$ Linie und deſſen Gefäs $2\frac{1}{2}$ Zoll weit war. Das Queckſilber war in meiner Gegenwart gereinigt und mehrmahls ausgekocht worden, und die genaue Skale hatte einen Vernier. Auch ſtand es ſtets $1\frac{1}{2}$ Linie höher als das Barometer der Mannheimer meteorologiſchen Societät, womit Seignette zu Rochelle beobachtet hat, und das unterweges gelitten haben mochte. **) In einem Mittel aus 1400

*) *Journal de Phyſique par* Delamétherie, T. IV, p. 158.

**) Das Barometer, welches de Luc mit ſich führte, ſtand in Paris $1\frac{1}{8}$ Linie höher als Meſſiers Baro-

Beobachtungen war die Höhe deſſelben, auf ungefähr 9 bis 10° Reaum. reducirt, als es in einem nördlichen Zimmer 33 Fuſs hoch über dem mittlern Waſſerſtande hing, 28 Zoll $2\frac{5}{12}$ Linien; und daraus folgt eine mittlere Barometerhöhe bei 10° Reaum. im Niveau des Meers von 28 Zoll $2\frac{7}{12}$ Linien.

Nach ſorgfältigen Barometerbeobachtungen, in deren Beſitz Cotte iſt, betrug zu

	nach Beobachtungen von	die mittlere Barometerhöhe
Breſt	1 Jahr	28″ $2'''\frac{1}{2}$
Dieppe	1 Jahr	28″ $2'''\frac{1}{2}$
Luçon in der Vendée	4 Jahren	28″ $2'''\frac{1}{3}$
Isle d'Oleron	3 Jahren	28″ 2‴
Sables d'Olonne	1 Jahr	28″ $2'''\frac{7}{11}$
St. Malo	10 Jahren	28″ $2'''\frac{1}{6}$
Port Louis in Isle de France	5 Jahren	28″ 2‴

Dies giebt im Mittel eine Höhe von 28″ $2'''\frac{1}{3}$. Cotte konnte aus ſeinen Papieren nicht finden, wie hoch die Barometer an den Beobachtungsörtern über dem mittlern Stande des Meers erhaben waren. Rechnet man dafür, was gewiſs nicht zu viel iſt, 37 Fuſs; ſo giebt das als Mittel aus allen ſieben

meter, und 1 Linie höher als Lavoiſiers Barometer, welches mit groſser Sorgfalt gemacht war.

geben eine Barometerhöhe von 28 Zoll $2\frac{5}{6}$ Linien, gerade wie meine Beobachtungen.

Schuckbourgh fand aus einem Mittel von 132 Beobachtungen, die er 1775 in England und Italien angeſtellt hatte, eine mittlere Höhe von 28″ 2‴, 91 oder von 28″ 2‴$^{\text{II}}_{12}$.

Alles dieſes ſtimmt ſo vortrefflich zuſammen, daſs dadurch, zum wenigſten für unſre Breite, ein mittlerer Barometerſtand von 28 Zoll $2\frac{5}{6}$ Linien, oder von 76,44 Centimètres neues Maaſs auſser Streit geſetzt wird, wodurch das Niveau des Meers um 211 Fuſs niedriger zu liegen kommt, als nach den Annahmen, welche jene Höhe auf 28 Zoll ſetzen. *)

2. *Tägliche Veränderungen der Atmoſphäre am Barometer beobachtet von dem Bürger* Duc-Lachapelle. **)

Das ſchöne Barometer, mit welchem dieſe Beobachtungen gemacht wurden, zeichnete ſich durch eine eigenthümliche Einrichtung des Faden-Mikrometers zur Beſtimmung der Höhe des Queckſilberſtandes aus. An dieſem waren nicht nur auf die vordere, ſondern auch auf die hintere Seite der Barometerröhre Haare gezogen, welche mit einander correſpondirten. Das Steigen und Fallen des

**) *Bulletin des ſciences*, An 7, No. 21, p. 161.

Queckſilbers konnte er aus der Höhe der ſphäriſchen Queckſilberoberfläche leicht wahrnehmen: ſtieg es, ſo betrug die Höhe derſelben 2 Millimeter; war die Höhe derſelben hingegen nur 1 Millimeter, ſo ſank das Barometer. So fand er, daſs um 7 Uhr des Morgens das Queckſilber täglich ſteige, um 2½ des Nachmittags hingegen ſinke, um 10½ des Abends wieder ſteige, und, wie man aus einigen Beobachtungen ſchlieſsen kann, nach Mitternacht wiederum ſinke. Er glaubt, daſs dieſe Veränderungen dem veränderten Wärme- und Feuchtigkeitszuſtande, der Anziehung *) der Sonne auf die Atmoſphäre, (vielleicht, meint der franzöſiſche Herausgeber, auch der Anziehung des Mondes,) zugeſchrieben werden müſſen. Unter 230 Beobachtungen waren nur 21 widerſprechend und 24 unbeſtimmt, und immer nur an Tagen vor groſsen Witterungsveränderungen. Die Veränderungen am Abende waren regelmäſsiger.

*) Herr Hemmer, (Gren's *Journal der Phyſik*, B. II, S. 223,) machte an dem Barometrographen die Beobachtung, daſs, wenn die Sonne durch den Meridian geht, das im Fallen begriffene Barometer mehr falle, das ſteigende ſtill ſtehe oder langſamer falle, und das ſtillſtehende ſinke; eine Beobachtung, die ſehr für den Einfluſs der Sonne ſpricht. *A.*

IX.

AUSZÜGE AUS BRIEFEN.

1. *Aus einem Briefe des Herrn* VAN MONS *in Brüſſel an den Herausgeber.*

Brüſſel am 7ten Prairial, J. 7.

— — — Ich bin mit dem Plane Ihrer *Annalen der Phyſik*, von denen ich die drei erſten Stücke erhalten habe, völlig einverſtanden; er dünkt mir zweckmäſsig. Ein groſses, noch aufzuräumendes Feld in der Naturkunde iſt die Vervollkommnung und Vereinfachung der meiſten phyſikaliſchen Inſtrumente; eine Arbeit, an die auch ich mich in meinen *Eleméns de Phyſique*, welche unter der Preſſe ſind, zu machen verſucht habe. Sie könnten vieles zu der wünſchenswerthen Verbeſſerung eines ſo weſentlichen Theils der Phyſik beitragen, wenn Sie, mit gehöriger Auswahl, alle Verſuche, die dahin zwecken, ſammelten, ſie bei Ihrer Zeitſchrift vorzüglich ins Auge faſsten, und in den erſten Rang ſetzten.

Nicht weniger möchte es nöthig ſeyn, zum Erweiſe einer groſsen Menge von Hauptſätzen, auf bündigere und beſſer beweiſende Verſuche, als die bisherigen, zu ſinnen. Wir haben uns allzu knechtiſch an die Fuſsſtapfen unſrer Vorgänger gehalten, und die meiſten ſchreiben einer dem andern nach,

als gäbe es keine Fortſchritte mehr für die Wiſſenſchaft; und doch hat man noch nicht einmahl eine Philoſophie der Phyſik.

Ich werde mir ein Vergnügen daraus machen, Ihnen alles Neue, von dem ich glauben darf, daſs es ſie intereſſiren werde, zuzuſchicken oder ſie davon zu benachrichtigen. Nicht ſelten kommen aus Holland intereſſante Sachen für die Phyſik; gern will ich Ihnen Auszüge und Notizen aus ſolchen holländiſchen Werken ſchicken. Aber Sie kennen meine etwas freie Art, zu arbeiten, von der ich nun einmahl nicht abgehen kann; nicht immer habe ich für andere Arbeiten die Nachſicht, welche die meinigen vielleicht bedürfen. Ich habe meinen Freund, den Herrn van Marum, eingeladen, mit Ihnen in wiſſenſchaftliche Verbindung zu treten. Sie werden in ihm einen thätigen und Ihnen nützlichen Correſpondenten finden.

Briſſon läſst jetzt eine neue völlig umgeſchmolzene Ausgabe ſeines *Dictionnaire de Phyſique*, in fünf Bänden, mit Kupfern, drucken, wovon ich Ihnen ein Exemplar zuſchicken werde.

Ich wüſste jetzt nichts recht Intereſſantes für Phyſik. Malacarne hat im zuletzt erſchienenen Bande der *Annales de Chimie* eine neue Erklärung der *Kälte, welche auf den hohen Bergen herrſcht*, gegeben, in die er ein groſses Zutrauen zu ſetzen ſcheint. Er nimmt an: das Sonnenlicht werde beim Durchgange durch die dichtere Atmoſphäre wie in einer convexen Linſe gebrochen; unter dieſer

Voraussetzung convergiren die Strahlen, welche auf den Gipfel eines Berges fallen, minder, als die Strahlen, welche auf die Erdfläche herabkommen, erhalten folglich ein minder condensirtes Licht, und das soll der Grund des Temperatur-Unterschieds auf den Höhen und in der Ebene seyn. Ohne sich einmahl auf dioptrische Auseinandersetzungen einzulassen, könnte man gegen diese Erklärung einwenden, dass die beständige Erneuerung einer kalten Luft, die Isolirung der Berge, die von einem Medio umgeben sind, das die Lichtstrahlen nicht aufhält, und die Eigenschaft des Schnees, der sie bedeckt, das Licht zurückzuwerfen, schon hinreichen, diese Wärmeverschiedenheit genugthuend zu erklären. Malacarne setzt den Brennpunkt für die von der Atmosphäre gebrochenen Strahlen in den Mittelpunkt der Erde.

Meine Bemühungen, im *Sauerstoffgas*, wo möglich, die Adhärenz des Wärmestoffs mit der Basis dieses Gas zu schwächen, um dadurch die Zersetzung des Sauerstoffgas durch brennbare Körper zu befördern, sind nicht mit dem gewünschten Erfolge belohnt worden. Bei Gelegenheit dieser Versuche habe ich mich versichert, dass die gröste Kälte, (von — 54° Reaum.,) die zugleich mit der stärksten Zusammendrückung angewandt wurde, aus dem Sauerstoffgas lediglich den thermometrischen, mechanisch mit dem Gas verbundenen Wärmestoff auszutreiben, keineswegs aber den chemisch gebundenen Wärmestoff, der dem Gas die Gasgestalt giebt, zu trennen vermag. Lediglich chemische Wirkungen oder Wahlverwandtschaften vermögen die Verbindung der beiden Stoffe im Sauerstoffgas zu trennen.

Dabei hatte ich indess Gelegenheit, mich zu überzeugen, dass das Verbrennen in dem durch Druck oder durch Kälte condensirten Sauerstoffgas mit weit

mehr Lebhaftigkeit vor sich geht. Der Grund liegt darin, dafs der Wärmeſtoff in eben dem Grade als die Baſis des Gas concentrirt iſt, und dafs dieſe Baſis unmittelbarer oder in gröſserer Maſſe bei gleichem Volumen an den brennenden Körper gebracht wird. Schon lange hatte man wahrgenommen, dafs während ſtarker Kälte das Feuer lebhafter brennt, legte aber dieſe Wirkung mit Unrecht der verminderten Adhärenz zwiſchen Wärmeſtoff und Sauerſtoff bei, indem auf dieſe Adhärenz keine Temperatur-Veränderung Einfluſs hat. Hierbei wird Ihnen wahrſcheinlich Achard's Beobachtung einfallen, nach welcher die Vegetation in verdichteter Luft im Verhältniſſe ihrer Verdichtung beſchleunigt wird.

Ich weifs nicht, ob es zu ihrer Kenntniſs gekommen iſt, dafs ich bei einer Kälte über — 52 bis — 53° Reaum. Gold und Silber brechbar fand. *)

Durch Herrn Scherer in Jena werden Sie La Grange's *Theorie des fonctions analytiques* erhalten. — Ich ſchlieſse mit der Nachricht, dafs die in Paris wegen der Maafse und Gewichte vereinigten Gelehrten endlich das *Mètre*, auf welches ſich alle andere Maafse zuletzt beziehen, auf 3 Fufs 11,296 Linien feſtgeſetzt haben. *J. B. van Mons.*

2. *Auszug eines Briefes von* Candolles *an* Delamétherie *in Paris.* **)

Einige holländiſche Chemiſten, welche Verſuche über die *Verſchluckung der Gasarten durch Kohlen* anſtellten, haben kürzlich folgende ſehr intereſſante Thatſache gefunden.

Läſst man eine glühende Kohle in luftleerem Raume erkalten, und bringt ſie in *Waſſerſtoffgas*,

*) Man vergl. *Annalen der Phyſik*, B. II, H. 1, S. 113.

**) *Journal de Phyſique*, T. VI, p. 76.

ſo verſchluckt ſie dieſe Gasart. Bringt man ſie darauf in *Sauerſtoffgas*, ſo verſchluckt ſie auch von dieſem Gas beträchtlich viel. Dabei entſteht Wärme, und die Glasglocke überzieht ſich inwendig mit *Waſſer*.

Daſſelbe findet ſtatt, wenn man die Kohlen ſogleich in Sauerſtoffgas und darauf in Waſſerſtoffgas bringt. Sie verſchluckt beide Gasarten; dabei geht eine Temperatur-Erhöhung vor ſich, und es wird Waſſer erzeugt.

Es ſcheint folglich, daſs der Sauerſtoff ſich mit dem Waſſerſtoffe durch Hülfe der Kohlen ohne weitere Dazwiſchenkunft zu Waſſer vereinige.

3. *Auszüge aus einigen Briefen deutſcher Phyſiker an den Herausgeber.*

Meiſsen den 7ten Sept.

— — — Mit dem Hygrometer bin ich immer noch beſchäftigt. Ich ſtelle jetzt unter einer Menge *Hygrometer-Steine* *) von verſchiedenen Maſſen Verſuche an, um zu erfahren, welche Maſſe die Feuchtigkeit am geſchwindeſten verliert. Denn dieſes Verlieren der Feuchtigkeit iſt jetzt mehr meine Sorge, als das Annehmen derſelben, da ich unter einer groſsen Menge Proben über 12 bis 16 Maſſen habe, welche die Feuchtigkeit ſehr gut annehmen. Die Maſſe der überſandten Steine iſt bis jetzt nach allen gemachten Proben noch die beſte. — — Es freuet mich ſehr, daſs ſie das Cylinder-Gebläſe **) ſo gut finden; mir iſt es ſehr nützlich. — — *M. A. F. Lüdicke.*

Breslau den 7ten Jul.

Hier in Schleſien haben wir die Hoffnung, bald ein *phyſikaliſches Kabinett* zu haben, welches das *Er-*

*) *Annalen der Phyſik*, B. II, St. 1, S. 75.
**) *Ebendaſelbſt*, B. I, S. 1.

ſo in Deutſchland ſeyn wird. Der Herzog Heinrich von Würtemberg, deſſen Lieblings-Studium die Phyſik iſt, ſchafft daſſelbe an. Schon ſeit einigen Jahren hat er eine eigne Werkſtätte, in welcher beſtändig 4 bis 6 Arbeiter beſchäftigt ſind. Der Mechanikus in dieſer Werkſtatt, Nahmens Mache, hat ſchon viele ſchöne Arbeiten geliefert. Auſserdem arbeitet für dieſes Kabinett der hieſige Mechanikus Klinger, welcher auſser mehrern andern Sachen auch eine Scheiben-Maſchine verfertigt hat. Der Durchmeſſer der gläſernen Scheibe beträgt 5 rheinländiſche Fuſs. Bis jetzt iſt dieſe Maſchine noch in unſrer Stadt. Sobald die Batterie, an welcher ſchon gearbeitet wird, in den gehörigen Stand iſt geſetzt worden, wird man Verſuche anſtellen, um die Wirkſamkeit dieſer Maſchine gänzlich kennen zu lernen. Wenn Sie wünſchen ſollten, eine umſtändlichere Nachricht von dieſer Maſchine zu erhalten, ſo werde ich mich hierzu gern bereitwillig zeigen.

Ich beſchäftige mich ſchon ſeit einiger Zeit vorzüglich mit der mediciniſchen Electricität; bringe, ihr zu Liebe, wöchentlich mehrere Stunden auf der hieſigen Anatomie zu; und habe ſeit einem halben Jahre beſtändig 6 bis 10 Patienten gehabt, welche hieſige Aerzte meiner Pflege anvertrauten. Vielleicht, daſs ſich dabei manche Ausbeute auch für die Phyſik ergiebt.

I. K. P. Grimm,
Prof. der Phyſik an der Friedrichs-Schule zu Breslau.

5
4
2

ANNALEN DER PHYSIK.

ZWEITER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

Resultate einiger Versuche, welche angestellt wurden, um die vom Herrn Professor WÜRTZER *in Bonn behauptete Verwandlung des Wassers in Stickstoffgas zu prüfen,*

von

ADAM WILHELM HAUCH,

kön. Dänischem Hofmarschall, Ritter vom Dannebroge und Mitgliede mehrerer gelehrten Gesellschaften. *)

(*Der kön. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen vorgelegt im Mai* 1799.)

Die Versuche des Herrn Professor Würtzers in Bonn, bei welchen, wie er glaubt, Wasser, das über glühende Körper fortging, in Stickgas ver-

*) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser für die *Annalen der Physik*, denen dieser treffliche Aufsatz voll scharfsinniger Versuche sicher nicht minder zur Zierde gereichen wird, als dem ältern *Grenschen*

wandelt wurde, und die auch von mehrern Chemikern, als Herrn Wiegleb und van Mons, obgleich mit einiger Verſchiedenheit in Hinſicht der erhaltenen Gasarten, nachgemacht und beſtätigt worden ſind, überraſchten mich und erregten ſogleich in mir den Verdacht, daſs bei Anſtellung der Verſuche durch Mangel an der nöthigen Aufmerkſamkeit oder auf andere Art gefehlt ſeyn möchte, indem ich mich von der Gewiſsheit und Wahrheit der Reſultate meiner vielen in den Jahren 1793 und 1794 angeſtellten Verſuche hinlänglich überzeugt hielt. Da ſich indeſs gegen Erfahrungen, beſonders gegen ſolche, die als durch Verſuche erworben angegeben werden, nicht anders ſtreiten läſst, als daſs man ſich von der Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieſer Verſuche unter verſchiedenen und veränderten Umſtänden zu verſichern ſucht; ſo faſste ich den Entſchluſs, den vom Herrn Profeſſor Würtzer angegebenen Verſuch ſelbſt anzuſtellen, woran ich aber durch verſchiedene Geſchäfte bis in dieſes Frühjahr gehindert wurde.

Ich lieſs mir, der Vorſchrift des Herrn Würtzers gemäſs, den von ihm beſchriebenen Apparat, mit einiger Veränderung, wie ihn Taf. VII, Fig. 1 und 2, etwas

Journale der Bericht von des Herrn Oberhofmarſchalls von Hauch *klaſſiſchen Verſuchen über die Beſtandtheile und die Zerlegung des Waſſers*, (B. VIII, S. 27 f.,) eine Abhandlung, für deren Fortſetzung die gegenwärtige zu nehmen iſt. *d. H.*

unter dem ſechsten Theil der wahren Gröſse zeigt, vom reinſten Silber verfertigen, da, wie bekannt, dieſes Metall keinen der Beſtandtheile des Waſſers anzieht, und desfalls auch keine Zerſetzung des Waſſers bewirken kann. Da aber mein Miſstrauen ſogleich gegen die Einrichtung des Wüttzerſchen Apparats ging, und ich die Erhaltung des Gas dem Eindringen der äuſsern Luft zwiſchen den beiden zuſammen lutirten Tiegeln vorzüglich zuſchrieb, ſo lieſs ich, um dieſes zu verhüten, den ganzen Apparat Fig. 1 und Fig. 2 aus Einem Stücke gieſsen, ſo daſs ſich zwiſchen *e* und *d* keine Löthung befand. Die krumme Röhre *D* und die Röhre *G*, ebenfalls von Silber, nebſt dem Hahne *a*, und dem Trichter *A*, Fig. 2, waren mit ſtarkem Silberſchlaglothe an den beiden Stellen *d* und *e* angelöthet.

Meine Abſicht mit dieſem Apparate war: die Menge des durch den kleinen glühenden Tiegel *B* gehenden Waſſers genau zu wiegen, und das durchgegangene Waſſer alles wieder aufzufangen und auch zu wiegen, um auf dieſe Art, im Falle der Erzeugung eines Gas, woran ich doch ſtets einigen Zweifel hegte, genau beſtimmen zu können, wie groſs die Menge des Waſſers ſey, welche auf dieſe Art die Gasgeſtalt angenommen habe. Ich lieſs zu dieſem Ende ein kleines gläſernes Gefäſs *E*, Fig. 1, an die ſilberne Röhre in *E* ankütten; es faſste etwas über 8 Unzen Waſſer, und mit dieſer Waſſermenge war ich Willens die erſten Verſuche anzuſtellen.

nichts entſcheiden konnten, ſo hatte ich doch dabei bemerkt, daſs das Waſſer der pneumatiſchen Wanne nach dem Hineinfallen eines Tropfens und der Dampfwerdung deſſelben jedesmahl bei *D* in die Röhre ſtieg. In beiden Verſuchen war das Gefäſs *E* durch die dadurch bewirkte zu plötzliche Abkühlung des Glaſes zerſprengt worden; zugleich machte es dieſer Umſtand unmöglich, die Menge des übergegangenen und als Waſſer zurückgebliebenen Waſſers zu beſtimmen. Ich ſah mich desfalls genöthigt, den Apparat dahin zu verändern, daſs ich das Gefäſs *E* gänzlich wegliefs, und an deſſen Statt an die ſilberne Röhre die Krümmung *C*, Fig. 2, anbrachte, wobei meine Abſicht dahin ging, dem beim Uebergange durch *B* zu Dämpfen und nicht zu Gas gewordenen Waſſer ſeine Waſſergeſtalt wiederzugeben, ehe es die pneumatiſche Wanne erreichte, um dadurch, wo möglich, dem Hineintreten des Waſſers aus der pneumatiſchen Wanne zuvorzukommen. Zu dieſem Ende ſtellte ich die Krümmung *C* des ſilbernen Rohrs in ein Gefäſs *I*, Fig. 2, voll kaltes Waſſer, und ſorgte, daſs dieſes Waſſer, durch beſtändiges Zuſchütten von friſchem Waſſer, während des Verſuchs dieſelbe Kälte behielt.

Ich ſchritt nun aufs neue zum Verſuche auf die oben beſchriebene Art, und erhielt, zu meiner nicht geringen Verwunderung, eine anſehnliche Quantität Luft, ſo daſs, nachdem der Verſuch zwei und eine halbe Stunde fortgeſetzt worden war, ſich 18 bis 19 Cubikzoll Luft oder Gas angeſammelt hatten.

Die erhaltene Gasart trübte nur sehr wenig das Kalkwasser, und es wurde auch nur wenig derselben davon verschluckt; sie enthielt also nur einen sehr geringen Antheil kohlensaures Gas. Feuer und Licht brannten in ihr beinahe wie in der atmosphärischen Luft, jedoch, wie es schien, nicht ganz so lange; vermischt mit dem Sauerstoffgas oder mit atmosphärischer Luft, erlitt sie keine Verminderung ihres Volumens, welches hingegen bei Vermischung mit dem salpeter-halbsauren Gas, unter Erscheinung rother Dämpfe, immer Statt fand, und zwar beinahe in demselben Verhältnisse, als die jedesmahl auf die nämliche Art untersuchte atmosphärische Luft; jedoch schien das gewonnene Gas weniger Sauerstoffgas zu enthalten. So gaben 100 Theile dieses Gas, vermischt im Fontanaschen Eudiometer mit 100 Theilen salpeter-halbsaurem Gas, eine Verminderung von 55 Theilen, und es blieben im Eudiometer 145 Theile Luft übrig, dagegen eben so viel Theile atmosphärische Luft und salpeter-halbsaures Gas eine Verminderung von 60 Theilen zuwege brachten, und 140 Theile zurück liessen. Doch war diese Verminderung bei verschiedenen Versuchen sehr verschieden, welches ich nachher näher zeigen werde.

Phosphor in diesem Gas verbrannt, verschluckte beinahe den fünften Theil desselben, und der Ueberrest verhielt sich wie Stickstoffgas.

Die erhaltene Gasart war dem zufolge eine Mischung von Sauerstoffgas und Stickstoffgas, wobei

doch das Sauerſtoffgas ſich in geringerer Menge als gewöhnlich in der atmoſphäriſchen Luft, befand. Alle nöthige Vorſichtsregeln waren bei dieſer Unterſuchung beobachtet worden. So war das zum Verſuche gebrauchte Waſſer einige Stunden ſtark gekocht worden, um es von der enthaltenen atmoſphäriſchen Luft zu befreien; die Tropfen folgten einander nie geſchwind genug, um den Tiegel abkühlen zu können; und ich lieſs gewöhnlich eine halbe, bisweilen eine ganze Minute verflieſsen, ehe ich den folgenden Tropfen durchgehen lieſs; der Tiegel ward die ganze Zeit weifsglühend erhalten; der Trichter enthielt immer ſo viel Waſſer, daſs keine atmoſphäriſche Luft ſich mit dem Waſſer in den Tiegel und in die Röhre hineindrängen konnte; nach Endigung eines jeden Verſuchs war der Apparat genau unterſucht worden, ob er noch völlig luftdicht ſey, um ſicher zu ſeyn, kein irriges Reſultat erhalten zu haben, u. ſ. w. Ob ich gleich nicht bloſses Stickſtoffgas durch dieſe Verſuche erhalten hatte, ſo ſchien mir folglich doch der Prof. Würtzer darin wenigſtens Recht zu haben, daſs das Waſſer beim Durchgange über glühende Körper eine permanente Gasgeſtalt anzunehmen fähig ſey. Doch eine nähere Aufmerkſamkeit auf das, was während des Verſuchs vor ſich ging, brachte mich bald auf eine andere Vermuthung.

Ich bemerkte nämlich, daſs das erhaltene Gas ſich ſelten gleich nach dem Hineinfallen des Tropfens entwickelte. Gewöhnlich zeigten ſich gleich nach der Oeffnung des Hahns *a* nichts als Dämpfe,

welche zwar einen Augenblick das Waſſer aus dem Gefäſse *f* austrieben, ſich aber darauf ſogleich wieder verdichteten und zu Waſſer wurden. Erſt einige Sekunden nach dem Uebergange dieſer Waſſerdämpfe pflegten wirkliche Luftblaſen, bald in gröſserer, bald in geringerer Menge zu erſcheinen. Dieſes dauerte bisweilen vier bis fünf Minuten, auch wohl länger, während derer die Luftblaſen ſtoſsweiſe und mit Zwiſchenzeiten von einer Viertel- oder halben Minute auf einander folgten. Hierbei war das Waſſer in der pneumatiſchen Wanne in einer beſtändigen Fluctuation und in wellenförmiger Bewegung, ſo daſs man deutlich bemerkte, wie es in die Röhre *D* hineingetrieben und wieder herausgejagt wurde, und zwar mit ſolcher Macht, daſs ſelbſt das Gas in dem Gefäſse *f* oft bis an die Oberfläche des Waſſers in der pneumatiſchen Wanne hinab-, und dann wieder zurückgejagt wurde. Auch überzog ſich das Ende *D* der ſilbernen Röhre äuſserlich, ſo weit das kalte Waſſer ſie berührte, während des Verſuchs über und über mit kleinen Luftbläschen, welche von Zeit zu Zeit ſich losriſſen, und theils in das Gefäſs *f*, Fig. 2, ſtiegen, theils ſich auf dem Waſſer einige Zeit lang ſchwimmend erhielten.

Dieſe Thatſachen berechtigten mich zu der Vermuthung, daſs das erhaltene Gas keinesweges ſein Daſeyn dem durch den Trichter *A* hindurchgegangenen, und alſo nicht dem gekochten, Waſſer zu verdanken habe, ſondern daſs es vielmehr ein Produkt

des kalten, ungekochten, in der pneumatiſchen Wanne ſich befindenden Waſſers ſey, und alſo für nichts weiter als für die atmoſphäriſche Luft zu halten ſey, welche ſich immer in dem kalten Waſſer befindet, und nun durch die Hitze herausgetrieben wurde.

Ehe ich jedoch zu weitern Unterſuchungen über dieſe Vermuthung ſchritt, hielt ich es für Pflicht, dieſe Thatſache aufs beſte zu verificiren, daſs nämlich Waſſer, welches als Waſſer, (und nicht als Dämpfe,) über glühende Metalle geleitet, und unter oben beſchriebenen Umſtänden in kaltem Waſſer wieder aufgefangen wird, immer einen beträchtlichen Theil Gas oder Luft liefere. Ich wiederholte daher den vorigen Verſuch auf dieſelbe Art, ſieben verſchiedene Mahl, und immer mit demſelben Erfolge. Doch war die Menge des in dem Gas enthaltenen Sauerſtoffgas verſchieden, obgleich immer geringer, als der Antheil deſſelben in der atmoſphäriſchen Luft, ſo daſs, wenn einmahl 100 Theile dieſes Gas, dann auch 100 Theile atmoſphäriſche Luft, jedes Mahl mit eben ſo viel ſalpeterhalbſaurem Gas vermiſcht wurden, das Volumen der letztern ſich bisweilen um 18 ſolcher Theile mehr, als das Volumen der erſtern verminderte.

Bei dieſer Wiederholung des Verſuchs bemerkte ich, daſs ich das Gas reiner und in deſto gröſserer Menge erhielt, je kälter das Waſſer in der pneumatiſchen Wanne war, indeſs ich es am unreinſten fand, als das Waſſer eine Nacht über im Laboratorio geſtanden hatte.

Ich war nun darauf bedacht, noch genauer auszumachen, in wie weit das aufgefangene Gas ſich während des Verſuchs aus dem rohen und kalten Waſſer der pneumatiſchen Wanne entwickelt haben mochte oder nicht, und that zu dem Ende Waſſer, welches ſtark kochte, in die pneumatiſche Wanne. Dabei ſuchte ich zuerſt den Grad der Hitze zu beſtimmen, bei welchem das Waſſer von aller enthaltenen atmoſphäriſchen Luft völlig befreiet wird. Es fand ſich, daſs der Zuſammenhang oder die Verwandtſchaft des Waſſers mit der atmoſphäriſchen Luft viel gröſser iſt, als man es ſich gewöhnlich vorſtellt; denn ich erhielt aus Waſſer, welches in einem offenen Gefäſse recht ſtark kochte, noch eine beträchtliche Menge Luft, die in allem mit der vorher beſchriebenen Luftart überein kam. Um das Gas aufzufangen, hielt ich ins kochende Waſſer eine mit dieſem Waſſer gefüllte gläſerne Glocke, da, wo die aufſteigenden Waſſerdämpfe ſich am ſtärkſten zeigten. Das Glas füllte ſich mit den Dämpfen, und nachdem dieſe ſich beim Abkühlen wieder verdickt hatten, blieb ein Antheil von Luft oder Gas zurück. Dieſes fand ſelbſt dann noch ſtatt, wenn das Waſſer eine Stunde und darüber im ſtärkſten Kochen erhalten worden war; doch nahm die Luftmenge ab, im Verhältniſſe, wie das Waſſer längere Zeit hindurch gekocht wurde, ſo daſs ſich nur eine kleine Luftblaſe, von der Gröſse eines Stecknadelknopfes, und endlich, nach beſtändigem Kochen von zwei Stunden und darüber, auch nicht die geringſte Luftblaſe

mehr auffangen liefs. Wurde das Ende der silbernen Röhre *D*, Fig. 2, in dieses so von Luft gereinigte und stets im Kochen erhaltene Wasser gelegt, und liefs ich einen Tropfen Wasser durch den Trichter und den Hahn *a* in den weifsglühenden Tiegel *B* fallen; so ging zwar eine grofse Menge Dämpfe in das Gefäfs *f* über, aber nachdem sie sich condensirt hatten, hinterliefsen sie auch nicht die geringste Spur einer Luftblase, ungeachtet ich den Versuch mehrere Stunden lang fortsetzte.

Diesen Versuch wiederholte ich mehrere Mahl und in Gegenwart verschiedener Personen, unter andern des Herrn Professor Abildgaard's und Professor und Hof-Apotheker Becker's, immer mit dem nämlichen Erfolge. Es zeigte sich dabei, dafs, um kein Gas zu erhalten, es keinesweges nöthig sey, das Wasser in der pneumatischen Wanne auf die angegebene Art völlig von der atmosphärischen Luft gereinigt zu haben, wenn man es nur während des Versuchs in starkem Kochen erhält. Kocht es nicht, so tritt es, bei seiner grofsen Verwandtschaft zur atmosphärischen Luft, mit dieser leicht in Verbindung, und man erhält vielleicht sogleich Luft; doch, wofern das Wasser nur recht heifs ist, vielleicht nicht mehr, als ein Bläschen von der Gröfse einer Erbse, wenn man gleich den Versuch eine halbe Stunde und darüber fortsetzt.

Um mich selbst und andere von der Richtigkeit meiner ältern Versuche zu überzeugen, änderte ich den Apparat dahin, dafs ich das Rohr

G, mit dem Hahne *a* und dem Trichter *A* bei *e*, Fig. 1, abnahm, und ſtatt deſſen das kupferne Gefäſs und Rohr *H*, Fig. 4, anlöthen lieſs. Dieſen ſo veränderten Apparat legte ich, wie vorhin, in den Ofen, ſo daſs *D* ſich wiederum in der mit kaltem Waſſer gefüllten pneumatiſchen Wanne endigte. Ich füllte darauf das Gefäſs *H*, Fig. 4, mit Waſſer, verſtärkte das Feuer, bis der Tiegel *B* glühete, und öffnete, als das Waſſer in *H* recht ſtark kochte, den Hahn *h*, wodurch die Waſſerdämpfe genöthigt wurden, durch den Tiegel und die Röhre zu gehen. Während der ganzen Zeit, daſs die Waſſerdämpfe übergingen, zeigte ſich in der gläſernen Glocke *f* auch nicht das geringſte Zeichen einer entwickelten Gas- oder Luftart. Doch muſs ich bemerken, daſs ſich dabei das Ende *D* der ſilbernen Röhre von auſsen mit kleinen Luftbläschen dicht überzog, welche ſich von Zeit zu Zeit losriſſen, und nachdem die Waſſerdämpfe drei Viertelſtunden übergegangen waren, etwa einen halben Kubikzoll Luft ausmachten. War die pneumatiſche Wanne mit kochendem Waſſer gefüllt, ſo kam wiederum nicht das kleinſte Luftbläschen zum Vorſcheine.

Die Verſchiedenheit des Erfolgs in den vorigen Verſuchen läſst ſich, meiner Meinung nach, auf eine fehr faſsliche und leichte Art erklären. Im erſten meiner Verſuche muſste ich Luft oder Gas folgendermaſsen erhalten. Der von Luft völlig gereinigte Waſſertropfen wird bei ſeinem Durchgange durch den glühenden Tiegel *B* plötzlich in Waſ-

fergas oder Dämpfe verwandelt, und als solche durch die Oeffnung *D* der Röhre getrieben. Wenn das Wasser in *F*, Fig. 2, völlig luftleer ist, so kann nun zwar mit diesen Wasserdämpfen keine Luft übergetrieben werden; allein schon im Ende *D* der silbernen Röhre, (welches beständig fort durch Berührung der äufsern Luft und des kalten Wassers in der pneumatischen Wanne abgekühlt wird,) condensiren sich diese Dämpfe und bilden dadurch in der Röhre einen luftleeren Raum, in welchem der Druck der Atmosphäre das kalte und luftvolle Wasser aus der Wanne hineintreibt. So wie dieses Wasser den glühenden Tiegel *B* berührt, verwandelt es sich in Dämpfe und zugleich trennt sich die in diesem Wasser enthaltene Luft. Durch die mächtige Ausdehnung des sich in Dämpfe verwandelnden Wassers, die durch die grofse Erhitzung dieser Dämpfe und der Luft noch mehr verstärkt ist, wird das übrige in die Röhre gedrungene Wasser im Augenblicke der Dampferzeugung mit grofser Heftigkeit zurückgeworfen, und zugleich dringt ein Theil der Dämpfe und der Luft selbst in die Glocke *f*. Sehr bald kühlt sich indefs die Röhre *D* wieder so weit ab, dafs alle Dämpfe darin sich condensiren, und dann geht das vorige Spiel von neuem vor sich, und das so lange, bis endlich die aus dem Wasser geschiedene und im Tiegel und der Röhre zurückbleibende Luft in hinreichender Menge vorhanden ist, um durch ihre Elasticität das fernere Eindringen des kalten Wassers in die Röhre zu verhindern. Dieselbe

Wirkung bringt jeder der folgenden Tropfen kochenden Waſſers, der aus dem Gefäſse *F* in die Röhre hineingelaſſen wird, wiederholt hervor. Sehr natürlich iſt es folglich, daſs, wenn dieſer Verſuch einige Zeit lang fortgeſetzt wird, ſich zuletzt eine beträchtliche Menge Gas oder Luft anſammelt, welche vorher in dem Waſſer enthalten, oder, richtiger zu ſagen, mit dem Waſſer vorher vermiſcht war. Die Urſache, warum dieſe aus dem Waſſer ſich ſcheidende Luft immer weniger Sauerſtoffgas als die atmoſphäriſche Luft enthält, möchte vielleicht in der ſtärkern Verwandtſchaft des Waſſers zum Sauerſtoffe, als zum Stickſtoffe zu ſuchen ſeyn; doch ſey dies nur als Vermuthung geſagt.

Iſt die pneumatiſche Wanne, wie im zweiten Verſuche, nicht mit kaltem, ſondern mit kochendem Waſſer gefüllt, ſo findet nach dem Heraustreten der Dämpfe aus der Röhre keine Abkühlung des Rohrs ſtatt, deſſen Ende *D* ſich in kochendem Waſſer befindet, und folglich ſelbſt die zur Dampfbildung nöthige Temperatur beſitzt. Dann fällt alſo die Urſache fort, warum zuvor das Waſſer aus der Wanne in die Röhre hineintrat, und zugleich das Ausſcheiden der Luft aus dem Waſſer der Wanne, geſetzt auch, dieſes Waſſer ſey nicht völlig luftleer.

Im dritten Verſuche, wo das durchs Kochen luftleer gewordene Waſſer als Dampf durch den glühenden Tiegel geht, kann das Waſſer aus der Wanne ebenfalls nicht in die Röhre hineintreten, und es findet deshalb gleichfalls kein Ausſcheiden

der Luft aus dem Waſſer, ſelbſt wenn dieſes kalt iſt, ſtatt, da der immer fortdauernde Strom der aus der Kugel *H*, Fig. 4, hervorſteigenden Waſſerdämpfe, dieſes durch ſeine Elaſticität verhindert.

Nach dieſer Erklärung, oder vielmehr, zufolge dieſer Thatſachen, wird es leicht ſeyn, ſich auch das von Herrn Wiegleb bemerkte Phänomen zu erklären. Er fand, daſs beim Durchtreiben des Waſſers durch eine glühende thönerne Tabakspfeife Luft oder Gas hervorgebracht ward, welches hingegen nicht, wenigſtens nicht in der Menge, ſtatt fand, wenn das Waſſer durch eine glühende gläſerne Röhre oder Tabakspfeife hindurchging. Eine thönerne Tabakspfeife erträgt plötzliche Veränderungen der Temperatur und eine plötzliche Abkühlung; das iſt der Grund, warum in ihr das Waſſer aus der pneumatiſchen Wanne hineintreten kann, da dann die in dieſem Waſſer enthaltene Luft ausgejagt wird. In die erwärmte gläſerne Röhre kann dagegen das Waſſer nicht hineindringen, ohne das Glas zu zerſprengen, welches auch bei den Verſuchen des Herrn Wieglebs jedesmahl der Fall war. Die Verſuche des Herrn Juch's in Würzburg widerſprechen im übrigen den Verſuchen des Herrn Wiegleb's.

Daſs dieſer Letztere beim Durchtreiben des Waſſers durch eine thönerne Pfeife auch da Luft oder Gas erhielt, als das Waſſer in dem Glaſe, welches vor der Mündung der thönernen Röhre, oder vielmehr im Kopfe der Tabakspfeife angekittet war,

kochte; *) das glaube ich mir dadurch erklären zu können, dafs das Uebergehen des Waffers nicht als wahres Kochen, fondern vielmehr als eine etwas vergröfserte oder vermehrte gewöhnliche Verdünftung anzufehen war. Diefes fchliefse ich aus der zur Verdünftung des Waffers verbrauchten Zeit, da Herr Wiegleb ausdrücklich bei einem Verfuche fagt, zur Verdünftung zweier Drachmen Waffer eine Stunde gebraucht zu haben, und an einer andern Stelle, dafs zu jedem Verfuche über zwei Stunden nöthig waren, wobei doch die gröfste Menge des übergegangenen Waffers nur ein Loth betrug. Die Wafferdünfte befafsen aus diefem Grunde nicht Elafticität genug, um das Eindringen des Waffers von der andern Seite in die Röhre verhindern zu können. Ich ftelle mir, der Befchreibung des Apparats gemäfs, vor, dafs die langfam in die Höhe fteigenden Wafferdünfte fich bei der Mündung der Pfeifenröhre anfammelten, hier die Tropfgeftalt annahmen und als Waffer an der glühenden Stelle der Röhre anlangten. Hier wurden fie nun in Dampf verwandelt, erreichten als folcher den Ausgang der Röhre, und veranlafsten dort das oben befchriebene Eindringen des kalten Waffers mit den damit verknüpften Wirkungen.

Dafs übrigens Herr Wiegleb bemerkte, es fey nicht nöthig, um Luft oder Gas aus dem Waffer zu

*) Crell's *chemifche Annalen*, 1799, 1ftes, 2tes und 3tes Stück.

zu erhalten, dafs die thönerne Röhre glühe, wenn sie nur warm ist, befremdet mich gar nicht und streitet keinesweges mit meiner Erfahrung. Denn zum Heraustreiben der im Wasser enthaltenen Luft wird keine Glühehitze erfordert; schon mittelmäfsige Wärme reicht hin, wenigstens einen Theil derselben auszuscheiden.

Aus allem Angeführten glaube ich ohne Vorurtheil die Folgerung ziehen zu können: *dafs die Hitze allein und für sich nicht hinreiche, dem Wasser eine permanente Gasgestalt zu geben oder es in Gas zu verwandeln; und dafs da, wo sich eine solche Verwandlung zeige, sie nur scheinbar, und zufälligen Umständen zuzuschreiben sey, (wie z. B. die Ausscheidung des Gas, welches als solches schon im Wasser vorhanden ist,) oder auch dem Eindringen der äufsern Luft.* Dieses beweisen die gründlichen Versuche der Herren Deimann, Paets van Trooftwyk und Louwerenbourg, *) so wie auch meine eigne Erfahrung, zur Genüge.

Die verschiedenen künstlichen Theorien, welche man ausgedacht hat, um die Versuche des Herrn Prof. Würtzers zu erklären, und die, ich gestehe es, und schäme mich nicht, es zu gestehen, *ich*

*) S. *Annalen der Physik*, B. II, S. 220. Schon diese Amsterdammer Physiker setzten es aufser Zweifel, dafs Würtzer und Wiegleb sich geirrt hatten. Das Verdienst, den wahren Ursprung der erhaltenen Luft entdeckt zu haben, gebührt indefs, wenn ich nicht irre, dem Verfasser dieses Aufsatzes. *d. H.*

nicht verſtehe, werden nun alſo wegfallen müſſen. Doch iſt dieſes nicht geſagt, als meinte ich, die Lehre der ſogenannten antiphlogiſtiſchen Chemie biete die einzigen, unfehlbaren Theorien dar. Nein! die neue chemiſche Lehre bedarf eben ſowohl, als das bei der alten der Fall war, nützlicher Veränderungen und Verbeſſerungen; nur ſey der Weg, der uns dahin führe, Erfahrung und Wahrheit.

Möchte doch jeder Naturforſcher, der ein neues noch unbekanntes Natur-Phänomen entdeckt zu haben glaubt, weit entfernt, es ſogleich ohne weitere Prüfung bekannt zu machen, ſich vielmehr erſt alle mögliche Mühe geben, es ſelbſt zu beſtreiten, und auf dieſe Art zur Vermehrung der Kenntniſſe das Seinige beitragen, ohne der unglücklichen Widerſpruchs- und Meinungsſucht zu fröhnen. Ich kann nicht umhin, zu bemerken, daſs ich den Mann von ganzem Herzen beklage, der das Unglück hat, Geſpenſter zu ſehen. Wenn aber dieſer Geſpenſterſeher, (es ſey nun in der gelehrten oder phyſiſchen Welt,) nicht allein behauptet, Geſpenſter geſehen zu haben, ſondern auch bemühet iſt, andern die Nothwendigkeit, daſs Geſpenſter ſeyn müſſen, aufzudringen; ſo ſcheint er mir wahrlich mehr des Tadels als des Mitleids werth zu ſeyn.

II.

VERSUCHE
über das Verbrennen des Diamanten;
VON GUYTON. *)

Die rohen Diamanten, mit denen Guyton in Gesellschaft mit Clouet und Hachette diese Versuche anstellte, schrieben sich von einer englischen Prise her, die vom Senegal kam, und worauf man einige Diamanten gefunden hatte, die auf Mongéz Betrieb unter das Museum der Naturgeschichte, und die Kabinette der *Ecole des mines* und der *Ecole polytechnique* vertheilt worden waren. Letztere hatte 26 Stück erhalten, die 3,662 Grammen wogen.

Ein Diamant, in Gestalt eines unvollkommenen Oktaëders, mit etwas abgerundeten Kanten, der von einem schmutzigen graugelblichen Wasser war, und genau 142 Milligrammes wog, wurde in einer sehr kleinen Bisquit-Schale aus Tiegel-Porzellain von Valogne gelegt, und unter eine mit Sauerstoff-

*) Zusammengezogen aus dem *Extrait du procès-verbal des expériences faites à l'école polytechnique dans les années 5 et 6, sur la combustion du diamant, par le cit.* Guyton, welcher dem National-Institute der Wissenschaften vorgelesen wurde, und in den *Annales de Chimie*, Tome XXXI, p. 72 — 112, abgedruckt ist. d. H.

gas gefüllte und mit Queckſilber geſperrte Glocke aus weiſsem Glaſe geſetzt. Die Glocke hatte einen Inhalt von 5580 Kubik-Centimeter, und war mit Hülfe einer Luftpumpe mit Sauerſtoffgas, aus ſalzſaurem Kali, (*muriate oxigéné de potaſſe,*) gefüllt worden. Die Porzellainſchale ruhte mittelſt eines eiſernen Stiels auf einem Cylinder von hartem Holze, der nach allen Seiten hin beweglich war und die Schale nach jedem Punkte der Glocke in den Focus eines Brennglaſes bringen konnte. Das Brennglas der *Ecole polytechnique*, deſſen man ſich zu dieſen Verſuchen bediente, hatte 40,59 Centimètres im Durchmeſſer und 135,3 Centimètres zur Brennweite. Um die Glocke nicht durch ein zu plötzliches Erhitzen zu zerſprengen, lieſs man den Strahlenkegel des Brennglaſes anfangs durch grüne und blaue Gläſer durchgehen; allein ſey es, daſs ſie ſich ſtärker als weiſses Glas erhitzten, oder daſs ſie dem Ausdehnen ſtärker widerſtanden, ſie platzten in kurzem alle. Beſſer entſprach dieſem Zwecke eine Papierhülle, womit man einige Augenblicke den Theil der Glocke bekleidete, auf welchen der Strahlenkegel auffiel.

Der erſte Verſuch geſchah am 9. Fructidor um 1 Uhr. So wie das Papier von der Glocke fortgezogen wurde, ſank das Queckſilber im Innern der Glocke ſehr ſchnell, allein der Diamant, der 20 Minuten lang im Brennpunkte blieb, entzündete ſich nicht. Als er im Brennpunkte durch farbige Gläſer betrachtet wurde, ſchien ſeine Oberfläche anfangs etwas mehlig, dann aber merklich geſchwärzt zu wer-

den, und als nach 20 Minuten der Himmel sich umzog, zeigte der Diamant keine andere Veränderung, als dafs er eine gelbliche Farbe, dem hellen Bernsteine vollkommen ähnlich, angenommen hatte. Als dagegen am nächsten Tage, (da das Thermometer im Freien, der Sonne ausgesetzt, bis auf 40° und unter einer Glocke bis auf 44° stieg,) der Diamant 14 Minuten lang im Brennpunkte geblieben war, sah man ihn sehr deutlich roth glühen, wobei er durchsichtig und mit einem schwachen Scheine, (*aureole*,) umgeben war. Erkaltet, schienen seine Kanten etwas abgestumpft zu seyn; er hatte die gelbe Tinte verloren; und war, bis auf einen schwarzen Fleck, wieder weifs geworden.

Erst am 15ten liefs sich der Versuch fortsetzen. Man mafs zuerst den Gehalt der Luftmasse unter der Glocke, und fand, dafs sie sich überhaupt um 173 Kubik - Centimètres vermindert hatte. Die Sonne schien sehr hell, allein die Luft war in so starker Bewegung, dafs, während das Thermometer unter einer Glocke auf 44°,5 stand, es in freier Luft, der Sonne ausgesetzt, nur auf 32° stieg. Der Diamant kam zu einem schwachen Leuchten, (*scintillation*,) und als in diesem Augenblicke der Strahlenkegel mit einem dunkeln Körper aufgefangen wurde, sah man ihn roth glühen, doch dunkler als das erste Mahl. Erkaltet, war er wiederum weifs. — Verwundert, dafs der einmahl entzündete Diamant sich nicht von selbst in der zum Verbrennen nöthigen Temperatur, besonders im Sauerstoffgas erhalte, wie das doch selbst die

brennbaren Metalle thun, (um so mehr, da Landriani, in den *Annales de Chimie*, T. I, p. 156, versichert hatte, Diamanten, mit Ausschluss der Brasilischen, liessen sich im Sauerstoffgas mit brennendem Stahle entzünden, und brennten dann aufs lebhafteste fort,) kam Guyton auf die Idee, dieses möge vielleicht daher rühren, weil der Diamant zu sehr in Masse oder von andern brennbaren Stoffen zu sehr isolirt sey. Er that daher noch einen kleinen geschliffenen Diamanten, 8 Milligrammes schwer, in die Schale; allein das Brennen wurde dadurch nicht im mindesten befördert. Vielmehr gab der kleine Brillant in einer Hitze, bei der der gröfsere Diamant dunkel glühete, nicht das mindeste Zeichen einer Entzündung, und als man beide am 23sten Fructidor aus dem Apparate heraus nahm und untersuchte, hatte er weder an Politur, noch an Gewicht, noch an Schärfe der Kanten das Geringste verloren. Der grofse Diamant dagegen, der ein Paar Mahl angefangen hatte zu brennen, wog nur noch 88 Milligrammen, und war folglich um 54 Milligr. oder um 0,38 Theile seines anfänglichen Gewichts leichter geworden. Er hatte zwar noch seine anfängliche oktaëdrische Gestalt, aber die Ecken waren abgestumpft und die Kanten abgerundet; seine Oberfläche glänzte nicht mehr so stark, und war voll kleiner Unebenheiten, die sich unter der Loupe als Höhlungen, Spitzen und scharfe parallele Schneiden zeigten. Merkwürdig war eine weitere Höhlung unweit einer der Ecken, wo der Focus die gröfste Kraft geäufsert haben mochte; hier sah

man einen ſchwarzen Strich, der in das Innere der Maſſe mit abnehmender Farbe hinein zu gehen ſchien, und ganz das Anſehen hatte, als rühre er von einer Schmelzung her, welches Guyton beſtimmte, dieſen Diamanten für das Kabinett der *Ecole polytechnique* aufzuheben.

Der Diamant, mit dem er ſeine Verſuche fortſetzte, wog 200,1 Milligr. oder 3,77 Gran, war von einem ſchönern Waſſer als der vorige, und ein ziemlich regelmäſsiges Oktaëder. Um eine ſchnellere und ſtärkere Wirkung zu haben, nahm Guyton das berühmte *Tſchirnhauſiſche Brennglas* des National-Inſtituts, welches 86,6 Centim., (32 Zoll,) Durchmeſſer, und 211,076 Centim., (78 Zoll,) Brennweite hat, und deſſen Kraft noch durch ein Collectiv-Glas von 37,89 Centim. Oeffnung und 56,83 Centim. Brennweite, (das die ganze Brennweite um 5,41 Centim. abkürzte,) verſtärkt wurde. Im erſten dieſer erneuerten Verſuche kam es kaum zum Verbrennen. Beim zweiten erhielt die Glocke einen Riſs, und die atmoſphäriſche Luft drang ein, ſo daſs das Reſultat aus dieſer Reihe von Verſuchen verloren war.

Erſt im folgenden Sommer erneuerte Guyton den Verſuch. Um jetzt das Zerplatzen des Gefäſses, wo möglich, zu verhüten, vertauſchte er die Glasglocke mit einer ſorgfältig ausgeſuchten Glaskugel von mittelmäſsiger Stärke, die ſo groſs war, daſs der Focus hinlänglich weit von dem Glaſe entfernt blieb. Sie hatte 28,63 Centim. im Durchmeſſer, faſste ſammt dem Halſe 123,25 Decilitres oder 12325 Kubik-Cen-

timètres, und war von aufsen mit einer papiernen Skale beklebt, welche ihr Volumen nach Decilitres oder 100 Kubik-Centimètres mafs. Ein fo fchwaches Gefäfs liefs fich nicht mit Queckfilber füllen, auch befchmutzt das Queckfilber die Gefäfse. Hätte man es mittelft des gewöhnlichen pneumatifchen Apparats mit Sauerftoffgas füllen wollen, fo würde an den Wänden Waffer geblieben feyn; Guyton wählte daher folgende Methode, um den Ballon mit Sauerftoffgas zu füllen. An die Retorte, in welcher das Sauerftoffgas aus 6 Unzen falzfaurem Kali entwickelt wurde, küttete er eine Röhre, die bis auf den Boden des aufrecht ftehenden Ballons hinabreichte, fo dafs das Sauerftoffgas im Grunde des Ballons hinausdringen und dabei die leichtere atmofphärifche Luft aus dem Ballon durch eine an den Hals befeftigte Röhre hinaustreiben mufste; und fo liefs er das Gas im Ballon fich einigemahl erneuern. Von dem entweichenden Gas wurde etwas aufgefangen, und H. von Humboldt übernahm es, die Güte deffelben mit feinem Eudiometer zu unterfuchen. Er fand, als er es mit falpeterfaurem Gas vermifchte, (deffen Gehalt an Stickftoffgas zuvor mittelft fchwefelfauren Eifens und Salzfäure auf 0,09 bis 0,1 beftimmt worden war,) dafs das Sauerftoffgas des Ballons in der Mitte der Operation in 100 Theilen noch 36 Theile Stickftoff enthielt, dafs es aber am Ende des Prozeffes für vollkommen rein zu halten war.

Der vorige Diamant, der jetzt noch 199,9 Milligrammen, (3,766 Gran oder $3\frac{1}{32}$ Karat,) wog, wurde

nun in den untern Theil eines thönernen Pfeifenkopfs, (Fig. 5, Taf. VIII,) gelegt. Dieſer ruhete im Mittelpunkte des Ballons auf einem Eiſenſtabe, welcher in einen mit Maſtix getränkten Kork befeſtigt war, der den Hals des Ballons genau verſchloſs, und durch den eine kleine Glasröhre hindurch ging, um das Queckſilber, womit der Ballon geſperrt wurde, mit dem Innern in Verbindung zu ſetzen. Ein eiſerner Mörſer diente zur Queckſilberwanne, und der Ballon wurde durch zwei Seitenſtücke darauf befeſtigt.

Am 5ten Fructidor, im Jahr 6, um 1 Uhr Nachmittags, als ein Thermometer, unter einer Glocke der Sonne ausgeſetzt, auf 39°,75 ſtand, und der Ballon, an Sauerſtoffgas, (auf einen Barometerſtand von 28 Zoll und eine Wärme von 12°,5 nach dem Decimal-Thermometer, Prony's Tafel gemäſs, reducirt,) 11470 Kubik-Centimètres enthielt, wurde der Brennpunkt des Tſchirnhauſiſchen Brennglaſes auf den Diamanten gebracht. Zuerſt zeigte ſich an der Ecke, worauf der Focus fiel, ein ſchwarzer Punkt; dann wurde der ganze Diamant ſchwarz und gleichſam kohlig. Einen Augenblick darauf bemerkte man deutlich einige glänzende Punkte, die auf dem ſchwarzen Grunde gleichſam kochten, und als man die Sonnenſtrahlen auffing, ſchien der Diamant roth und durchſichtig. Eine Wolke bedeckte nun die Sonne, der Diamant wurde viel ſchöner weiſs wie zuvor; und als die Sonne in ihrer Kraft wieder erſchien, nahm die Oberfläche einen metalliſchen Glanz an. Der Diamant hatte ſich ſchon merklich verkleinert, und es

war kaum mehr als ein Viertel deſſelben übrig, von länglicher Geſtalt, ohne beſtimmte Ecken und Kanten, ſehr weiſs und ſchön durchſichtig. In dieſem Zuſtande blieb alles bis am 7ten Nachmittags, da man den Diamanten wiederum in den Brennpunkt brachte. Dieſelben Phänomene zeigten ſich in derſelben Folge wieder: das Schwärzen der Oberfläche; die glänzenden und kochenden Pünktchen, welche nach der Stärke der Hitze verſchwanden und wieder erſchienen; und der metalliſche Glanz, oder vielmehr, nach dem Ausdrucke der Umſtehenden, *die Bleifarbe*, (*couleur plombée.*) Nach 20 Minuten war der Diamant völlig verzehrt.

Es kam nun darauf an, die luftförmigen Produkte zu unterſuchen, welches man bis zum 9ten verſchob. Zuerſt wurde der Träger des Diamanten herausgezogen. Die Pfeife hatte zwei kleine Riſſe erhalten, und einen Fleck 4 bis 5 Millimèters im Durchmeſſer, der an den Seiten röthlich und innerlich 2 bis 3 Millimètres weit wirklich verglaſt, doch von ungleichem Glanze und ungleicher Farbe war. Es fanden ſich darauf mehrere weiſse glänzende Glaströpfchen, zwei grün-röthliche, auch etwas Queckſilberkalk. Da voraus bekannt war, daſs ſich beim Verbrennen des Diamanten kohlenſaures Gas bildet, ſo brachte Guyton ſo viel von einer geſättigten Auflöſung von Schwererde in den Ballon, als, nach den bisherigen Erfahrungen zu urtheilen, gerade hinreichte, das kohlenſaure Gas zu verſchlucken; er wurde aber ſehr überraſcht, als ſich zeigte, daſs faſt dreimahl ſo viel kohlenſaures Gas entſtanden war, und daſs, ſtatt daſs beim Verbrennen der Kohle auf 0,28 Theile des brennbaren Stoffs 0,72 Theile des ſäurenden Grundſtoffs kommen, ſeiner Berechnung gemäſs, beim Verbrennen des Diamanten auf 17,88 Theile Kohlen-

stoff, (Diamant,) 82,12 Theile Sauerstoff verzehrt werden. *)

*) Fünf Gefäfse voll Schwererdewaffer, jedes zu 46,5 Kubik-Centimètres, in den Ballon gebracht und darin geschüttelt, wurden augenblicklich milchig und verminderten das Gas um 300 Kubik-Centimètres. Mit dem Apparate Fig. 6 wieder herausgenommen, (indem man die Flasche voll Quecksilber in den Ballon brachte,) erhielt man 4¾ Gefäfse voll zurück. Was sich an den Ballon angesetzt hatte, wurde mit drei Gefäfsen von destillirtem Wasser abgespült, und darauf alles filtrirt, wobei 192 Centigrammen, (36,142 Gran,) kohlensaure Schwererde im Filtro blieben. Diese durchgeseihte Flüssigkeit war noch stark mit Kohlensäure geschwängert, und es bedurfte 4,65 Kubik-Centimètres Schwererdewaffer, um sie ganz daraus zu fällen. Hierdurch aufmerksam gemacht, vermuthete Guyton, dafs auch der luftförmige Rückstand noch kohlensaures Gas enthalten möchte. Dieser Rückstand, betrug, auf denselben mittlern Druck und dieselbe mittlere Temperatur, wie zuvor, reducirt, 112,426 Decilitres oder 11242,66 Kubik-Centimètres. Er wurde in einer mit destillirtem Wasser gefüllten pneumatischen Wanne in vier grofse Flafchen übergefüllt, und Herr von Humboldt unternahm es wiederum, dieses rückständige Gas in seinem Eudiometer zu untersuchen. Als zu 100 Theilen 300 Theile salpeterfaures Gas, (welches zu 0,09 bis 0,1 mit Stickstoffgas vermischt war, und also 27 bis 30 Theile Stickstoffgas enthielt,) hinzugethan wurden, blieben 31 bis 34 Theile übrig. Folglich waren unter 100 Theilen des Rückstandes im Ballon etwa 4 Theile, (und mithin von den 11242,66 Kubik-Centimètres wenigstens 449,) kohlensaures Gas; eine Annahme, die gewifs nicht zu hoch ist, da Ammoniak von 100 Theilen jenes Rückstandes 4,5 verschluckte. Nach Pelletier enthalten 100 Theile kohlensaurer Schwererde, dem Gewichte nach gerechnet, 22 Theile Kohlensäure; dieses giebt in den 192 Centigrammen niedergeschlagener kohlensaurer Schwererde, 42,24 Centigrammen Kohlensäure, oder, (da ein Kubik-Centimètre kohlensaures Gas 0,1847 Centigrammen wiegt,) 228,621 Kubik-Centimètres kohlensaures Gas. Folglich mufsten sich überhaupt im Ballon nach dem Verbrennen des Diamanten 677,621 Kubik-Centimètres kohlensaures Gas befinden, und gerade so viel war also von den anfänglichen 11470 Kubik-Centimètres Sauerstoffgas beim Verbrennen des Diamanten verzehrt worden, oder, (da 1 Kubik-Centimètre Sauerstoffgas 1,3577 Milligrammen wiegt,) 920,1 Milligrammen. Und diese haben mit den 199,9 Milligrammen des Diamanten 1120, (wofür wohl nur durch einen Druckfehler im Franz. 1117,96 steht,) Milligrammen kohlensaures Gas erzeugt. Es verhält sich aber 1120 : 920 : 199,9 = 100 : 82,14 : 17,86. *d. H.*

„Zwar", fagt Guyton, „konnte ich mir anfangs nicht ohne Widerſtreben ſo groſse Verſchiedenheit in der Art und in dem Verhältniſſe denken, wie daſſelbe Brennbare ſich mit dem Sauerſtoffe verbindet; einen brennbaren kohlenſtoffhaltigen Körper, (*combuſtible charbonneux*,) der an wahrem Brennbaren reicher als die Kohle ſelbſt iſt, und ſich doch von ihr ſo ſehr durch den Grad der Temperatur unterſcheidet, bei welchem die Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe thätig wird. Allein die Thatſachen, worauf die obige Rechnung gebauet iſt, lieſsen ſich nicht bezweifeln. Auch wäre dieſes nicht das erſte Beiſpiel eines ſäuerbaren Grundſtoffs, bei welchem ſich der erſte Grad der Säuerung nur ſehr ſchwer bewerkſtelligen läſst, deſſen fernere Säuerung aber mit der gröſsten Leichtigkeit vor ſich geht. Man erinnere ſich, wie ſchwer es hält, reinen Stickſtoff mit Sauerſtoff direct zu verbinden, und welche hohe Temperatur dazu erfordert wird, indeſs das ſalpeterigſaure Gas, ſo wie es mit Sauerſtoff in Berührung kommt, ſich damit augenblicklich zur ſalpeterigen Säure vereinigt. Was für die ſalpeterige Säure das ſalpeterigſaure Gas, und für dieſes der Stickſtoff iſt, das ſcheint mir für die Kohlenſäure die Kohle, und für dieſe der Diamant zu ſeyn.

Ueberdies finden ſich in mehrern Stoffen aus derſelben Klaſſe gleichfalls die beiden Merkmahle verbunden: gröſserer Reichthum an wahrem Kohlenſtoffe und ſtärkeres Widerſtreben gegen Entzünden, daher auch ihre natürliche Stelle zwiſchen dem Diamanten und der Kohle zu ſeyn ſcheint. So iſt das *Reiſsblei*, (*plombagine*,) ein kohlenhaltiger brennbarer Stoff, der nur in einer ſehr hohen Temperatur oder im flieſsenden Salpeter brennt, im Verbrennen kohlenſaures Gas giebt, und gleich dem Diamanten reicher an Brennbarem als die Kohle

ist. *) Schon vor 16 Jahren beschrieb ich in den *Mémoires de Dijon*, A. 1783, p. 76, eine sogenannte *unverbrennliche Steinkohle*, welche in den Steinkohlengruben zu *Rive-de-Gier* in ganzen Bänken vorkommt, und die ich damahls für eine wahre in Reisblei übergegangene Steinkohle hielt; und auch Dolomieus ganz ähnlicher *kohlenstoffhaltiger Alaun*, (*carbure d'alumine*,) der nichts anderes als Werners *Anthracolit* ist, gehört zu den fast unverbrennlichen und doch an Brennbarem sehr reichen Stoffen. **)

*) Scheele war der Erste, der dieses bemerkte. Ein Theil Kohle alkalisirt 5, ein Theil Reisblei dagegen 10 Theile Salpeter, und diese Operation, in einer Retorte bewerkstelligt, gab ihm aus 80 Centigrammen Reisblei 357 Kubik-Centimètres kohlensaures Gas. *Guyton.*

**) Er besteht zu 0,95 Theilen aus Kohlenstoff, ist für sich fast unverbrennlich, alkalisirt nach meinen Versuchen mit 1 Theile 7,87 Theile Salpeter und verbrennt mit 6,4 Theilen Salpeter gänzlich, wenn er zuvor 4 bis 5 Tage lang mit Salzsäure, (*acide muriatique oxigéné*,) digerirt wird. Die von Klaproth untersuchte unverbrennliche Kohle ist ein Mineral, wovon 100 Theile in einer sehr starken Hitze verbrannt, nur 2 Theile Asche als Rückstand lassen. Die Kohle mit Metallglanz, welche Kirwan *Kilkenny coal* nennt, verbrennt nur in der Glühehitze allmählig, und zersetzt 9,6 so viel Salpeter. Nach allen diesen Thatsachen ist es wohl keinem Zweifel weiter unterworfen, dass diese Minerale wahrer gesäuerter Kohlenstoff sind, die gleich der Kohle die Eigenschaft haben, die electrische Materie zu leiten, das Eisen zu cementiren und einigen säuerbaren Grundstoffen den Sauerstoff zu entziehen, obschon sie zu wenig gesäuert sind, als dass diese zersetzende Verwandtschaft bei niedrigen Temperaturen thätig werden könnte.

Man hat es sich bisher noch nicht recht zu erklären gewusst, warum manche Kohle thierischer und vegetabilischer Stoffe sich so schwer zu Asche brennen lasse; wie es kommt, dass die verkohlte Steinkohle, die unter dem Nahmen Coaks und Cinders bekannt ist, obgleich bei ihrer Verfertigung halb verbrannt, doch ein so kräftiges Brenn-Material ist; woher der Torf, das schwächste aller Brenn-Materiale, durch ein gutes Verkohlen zum Schweissen des Eisens geschickter als die Holzkohle wird; und weshalb endlich die Holzkohle, die in einem verschlossenen Gefässe einer sehr grosen Hitze ausgesetzt wird, da-

RESULTATE.

1. Der Diamant unterſcheidet ſich von der Kohle nicht bloſs durch Farbe, Gewicht, Durchſichtigkeit und andere äuſsere Kennzeichen, (wie man bisher zu glauben ſchien;) auch nicht bloſs durch die gröſsere Dichtigkeit des Stoffs, der den Diamanten ausmacht, und dadurch, daſs die Kohle beim Verbrennen $\frac{1}{200}$ Aſche zurückläſst und etwas Waſſerſtoff enthält: ſondern viel weſentlicher durch ſeine chemiſche Beſchaffenheit.

2. Der Diamant iſt der reine brennbare Stoff dieſer Art. Wird er verbrannt, d. h., mit Sauerſtoff bis zur Sättigung geſchwängert, ſo erzeugt ſich nichts als Kohlenſäure, ohne allen Rückſtand.

Die Kohle brennt bei einer Temperatur von ungefähr 288° des hunderttheiligen Thermometers; der Diamant erſt bei etwa 30°. des Pyrometers, welche nach Wedgwoods Skale mit 2765° jenes Thermometers übereinſtimmen. Im Sauerſtoffgas unterhält die entzündete Kohle ſelbſt die zum Fortbrennen nöthige Temperatur;

durch, nach Tennant's Verſuch, bis auf einen gewiſſen Grad unverbrennlich wird. Nach der hier entwickelten Theorie iſt die Antwort leicht: alle dieſe Körper ſind Kohlenſtoff, der ſich in der erſten Stufe der Säuerung befindet, entweder gleich durch anfänglichen Mangel an Sauerſtoff, oder durch ein wahres Entbrennen, (*débrûlement*,) des in den guten Kohlen vorhandenen Kohlenſtoffs, wodurch ſie fähig werden, in einer hinreichend hohen Temperatur, bei der ihre Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe thätig wird, mehr Sauerſtoff zu figiren und dadurch mehr Wärmeſtoff zu entwickeln, als ſonſt die Holzkohle.

Unſtreitig wird man hieraus manchen praktiſchen Vortheil bei der Reduction der Metalle, beim Cementiren des Stahls, (der wahrſcheinlich nur geſäuerten Kohlenſtoff in ſich aufnimmt,) und bei verſchiedenen Verkohlungen ziehen, und vielleicht, daſs man, hierdurch geleitet, hinführo die unverbrennlichen Kohlen von Rive-de-Gier mit entzündlichern Stoffen, welche die zu ihrem Verbrennen erforderliche Temperatur erhalten, vermiſcht. Ihre Lagerung, ihr Gewebe und ihre äuſsern Kennzeichen kommen darin überein, daſs ſie eine durch unterirdiſchen Brand veränderte Steinkohlenbank ſind, welches auch durch den Nahmen *montagne de feu* beſtätigt wird, den der Berg ſchon ſeit mehr als drei Jahrhunderten führt. Sie beſteht alſo aus Coaks, die zu ſehr entbrannt, (*débrulés*,) aber dadurch deſto fähiger ſind, unter günſtigen Umſtänden eine ſtarke Hitze zu geben. *Guyton.*

beim Diamanten hingegen verliert ſich dieſe Temperatur ſogleich, als man aufhört, ſie durch die Glut eines Ofens oder eines Brennglaſes zu unterhalten.

Der Diamant erfordert zum gänzlichen Verbrennen viel mehr Sauerſtoff als die Kohle, und liefert viel mehr kohlenſaures Gas: 1 Theil *Kohle* verſchluckt dabei 2,527 Theile Sauerſtoff und giebt 3,575 Theile Kohlenſäure; 1 Theil *Diamant* verſchluckt etwas über 4 Theile Sauerſtoff, und erzeugt damit 5 Theile kohlenſaures Gas.

3. Es giebt Stoffe, die nach ihrer chemiſchen Natur in einem Mittelzuſtande zwiſchen dem Diamanten und der Kohle ſind, nämlich das *Reifsblei*, (*Graphit* oder natürliches kohlenſtoffhaltiges Eiſen,) die gegrabene unverbrennliche Kohle, (Dolomieus kohlenſtoffhaltiger Alaun und Werners *Anthracolit*,) der ſchwarze, dem Gufseiſen und dem Stahle beigemiſchte Stoff, die ſchwer zu Aſche zu brennenden kohlenartigen Rückſtände, und die im verſchloſſenen Raume ſtark erhitzte Kohle ſelbſt.

Vermiſcht man 3 oder 4 Hundertheile ihres Gewichts an Eiſen oder Alaun mit dieſen Stoffen, ſo geben ſie beim Verbrennen, gleich der Kohle und dem Diamanten, kohlenſaures Gas. Der *Kohle* nähern ſie ſich durch ihre Farbe, Leichtigkeit, Durchſichtigkeit, und dadurch, daſs ſie ſich wie die Kohle zur Zerſetzung des Waſſers, zum Cementiren des Eiſens, zum Entſäuern der Metallkalke, des Schwefels, des Phosphors und des Arſeniks brauchen laſſen, und gleich ihr die Electricität leiten. Mit dem *Diamanten* kommen ſie darin überein, daſs ſie viel mehr Brennbares als die Kohle enthalten, mehr Sauerſtoff verſchlucken und mehr kohlenſaures Gas geben; daſs ſie mehr ſalpeterige Säure zerſetzen, ſelbſt im ſchmelzenden Salpeter nur bei einer erhöheten Temperatur brennen, und daſs ſie aufhören, zu brennen, ſobald dieſe Temperatur nachläſst. — Von beiden ſcheinen ſie ſich aber darin zu unterſcheiden, daſs ſie mit Zink den Galvani'ſchen Reiz eben ſo ſtark als das Silber erregen, welches weder bei dem Diamanten noch bei der Kohle der Fall iſt.

4. Der Diamant iſt alſo der reine Kohlenſtoff, der reine ſäuerbare Grundſtoff der Kohlenſäure.

Beim Verbrennen deſſelben laſſen ſich drei Zeiten unterſcheiden, in welchen verſchiedene Temperaturen

erfordert werden. In der erſten, welche die ſtärkſte Hitze verlangt, nimmt der Diamant eine ſchwarze Bleifarbe an; dabei entſteht der erſte Grad von Säuerung, der des Reifsbleies und des Anthracolits. In der zweiten dauert die Säuerung bei einer Temperatur von 18 bis 20 Pyrometergraden immer langſam fort, und gelangt darin zu dem Grade, wie ſie in der, bei ſtarker Gluth, in einem verſchloſſenen Gefäſse, zum Theil entſäuerten Kohle ſtatt findet.

So iſt folglich das *Reifsblei* ein Oxyde des erſten, die *Kohle* ein Oxyde des zweiten Grads, und *Kohlenſäure* das Produkt der vollendeten Säuerung des Kohlenſtoffs.

Könnte man, indem der Demant ſich an ſeiner Oberfläche ſchwärzt, immer dieſen ſchwarzen Stoff ſogleich ſammeln; ſo würde man den Diamanten unſtreitig in Kohle verwandeln oder wenigſtens in Reifsblei, wenn der zu ſchnelle Uebergang der Kohle in Kohlenſäure das Erſtere verhindern ſollte.

5. Woher kommt es aber, daſs der reine Kohlenſtoff, der Diamant, ſo ſelten iſt, indeſs er als Beſtandtheil zuſammengeſetzter Stoffe in der Natur ſo häufig vorkommt? Das darf uns nicht mehr als die Seltenheit des Diamantſpaths wundern, der nichts anderes als die reine Alaunerde iſt, und als die Seltenheit des gediegenen Eiſens, deſſen Exiſtenz ſogar noch zu bezweifeln iſt, indeſs Alaunerde und Eiſen zu den häufigſten Mineralien gehören. Das Wunderbare liegt bloſs in dem Widerſpruche der Erfahrung gegen unſre Meinung, und verſchwindet, je mehr wir uns der Mittel bemeiſtern, welche die Natur anwendet, um dieſelben Wirkungen hervorzubringen.

III.

BEMERKUNGEN über die Bewegung und den Widerſtand flüſſiger Körper,

von

SAMUEL VINCE
Prof. zu Cambridge F. R. S. *)

So genügend die Grundſätze und die allgemeinen Lehren von der Bewegung in ihrer Anwendung auf feſte Körper in der eigentlichen Mechanik ſind; ſo vieler Ungewiſsheit iſt ihre Anwendung auf flüſſige Körper, deren Bewegung, und den Widerſtand, den ſie feſten Körpern leiſten, unterworfen. Daſs die Luft- und Dampftheilchen einander nach allen Seiten zurückſtoſsen, iſt zwar daraus klar, daſs ſie ſich in einen gröſsern Raum ausdehnen, wenn die Kraft, welche ſie zuſammendrückt, vermindert wird, und es iſt daher ſehr begreiflich, daſs ſie ſich nach allen Richtungen unter einander ſehr leicht bewegen können; den Grad dieſer Verſchiebbarkeit der Theilchen unter einander, oder die Verſchiedenheit

*) Ausgezogen aus den *Philoſoph. Transact. of the Roy. Soc. of London*, 1795, pag 24 — 45, und 1798, pag. 1 — 14. Der erſte Theil dieſes Aufſatzes wird durch Vergleichung mit dem folgenden von Venturi intereſſant; und der zweite, den ich für eines der folgenden Stücke verſpare, iſt voll neuer, nicht unwichtiger, Verſuche. *d. H.*

deſſelben bei verſchiedenen Graden der Zuſammendrückung zu beſtimmen, daran fehlt es uns aber gänzlich an Mitteln. Noch weniger ſind wir mit der Natur der tropfbaren Flüſſigkeiten bekannt. Berühren ſich ihre Theilchen, ſo iſt es, ſelbſt wenn man ſie ſich vollkommen glatt und kugelförmig denkt, ſehr ſchwer zu begreifen, wie ſie ſich ſo auſserordentlich leicht unter einander bewegen, und Wirkungen nach ganz entgegengeſetzten Richtungen, ohne einen merkbaren Verluſt an Bewegung, hervorbringen können. Sind ihre Theilchen nicht in Berührung, ſo müſsten ſie ſich durch irgend eine Repulſiv-Kraft von einander entfernt halten; und da die Tropfenbildung ein Beweis iſt, daſs ſie ſich auch gegenſeitig anziehen, ſo müſsten wir ihnen ſowohl eine Repulſiv- als eine Attractiv-Kraft beilegen, und etwa, Newton's Idee gemäſs,*) annehmen, daſs, wo die eine dieſer Kräfte aufhört, die andere anfängt, ſowohl für die einzelnen Partikelchen der Körper, als für die Körper ſelbſt.

Sollen wir ferner bei der Bewegung der Flüſſigkeiten auf die Bewegung der ganzen Maſſe oder auf die der einzelnen Partikelchen als ſo viel verſchiedener Körper ſehen. Im erſtern Falle unterſcheiden ſich ihre Wirkungen ſo ſehr von den Bewegungen feſter Maſſen, daſs es unmöglich iſt, ſie aus einerlei Princip abzuleiten; und im letztern käme

*) Siehe Newton's *Optik*, Band III, Frage 31.

es wieder auf das Geſetz an, wonach die Wirkung dieſer Partikelchen von einander abhinge, welches ſich durch keine Erfahrung beſtimmen läſst, und darauf, ob dieſe Partikelchen in die Ferne durch eine abſtoſsende Kraft, oder nur bei der Berührung auf einander wirken. Bei dieſen vielen Ungewiſsheiten über die Natur der Flüſſigkeiten muſs es mit aller Theorie ſehr miſslich ausſehen, es ſey denn, ſie beruhe auf Gründen, welche aus zuverläſſigen und nicht zu bezweifelnden Verſuchen entlehnt ſind.

Newton ſcheint dieſe Schwierigkeiten ſehr wohl eingeſehen zu haben, und er leitet deshalb in ſeinen *Principien*, (indeſs er die Lehre von der Bewegung feſter Körper aus allgemein-gültigen Schlüſſen entwickelt,) die Geſetze des Widerſtandes und des Ausfluſſes flüſſiger Körper aus Gefäſsen lediglich aus Verſuchen ab. Geſetze, welche auf dieſem Wege gefunden ſind, haben zwar keine ſolche mathematiſche Gewiſsheit, als die allgemeinen Geſetze der Bewegung, allein ſie reichen doch unter gewiſſen Einſchränkungen für alle praktiſche Endzwecke aus.

Beim *Ausfluſſe des Waſſers aus Gefäſsen durch Oeffnungen in dem Boden* kommt es darauf an, zu beſtimmen: wie die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes mit der Höhe des Waſſerſtandes zuſammenhängt. Gewöhnlich ſieht man die Waſſerſäule, welche über der Oeffnung ſteht, als die bewegende Kraft beim Aus-

fluſſe an; und daraus haben Einige die Regel abgeleitet, das Waſſer ſtröme mit einer Geſchwindigkeit aus, welche es mittelſt des freien Falls durch die *ganze* Waſſerhöhe, Andere, durch die *halbe* Waſſerhöhe, welche über der Oeffnung ſteht, erlangen würde, ohne daſs ſie dabei Rückſicht auf die Gröſse der Oeffnung genommen hätten. Und doch iſt es durch Verſuche bewährt, daſs bei einerlei Waſſerſtand die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes bei einem aufrecht ſtehenden cylindriſchen Gefäſse mit von dem Verhältniſſe der Oeffnung zur Gröſse des ganzen Bodens, und in jedem andern Falle, bei übrigens gleichen Umſtänden, vom Verhältniſſe der Oeffnung zur Oberfläche des Waſſers abhängt. *). Die berühmteſte Theorie hierüber iſt die von Daniel Bernoulli und d'Alembert. Erſterer leitete ſie aus dem Grundgeſetze von der *Erhaltung der lebendigen Kräfte*, Letzterer aus ſeinem Grundſatze vom *Gleichgewichte* flüſſiger Körper ab, und Beide erhielten auf dieſem verſchiedenen Wege einerlei Differential-Gleichung für die Abhängigkeit der Geſchwindigkeit, womit das Waſſer aus einer Oeffnung ausſtrömt, von der ſenkrechten Höhe des Waſſerſtandes über dieſer Oeffnung. In wie weit aber die Vorſtellungen, wovon ſie dabei ausgehen, auf flüſſige Körper anwendbar ſind, läſst ſich nur

*) Woher; — darüber wird man in einer der Anmerkungen zum folgenden Aufſatze Venturi's Auskunft finden. *d. H.*

durch Vergleichung ihrer Reſultate mit Verſuchen ausmachen.

Da ſich dieſe Differential-Gleichung nicht allgemein, ſondern nur für beſtimmte Fälle *integriren* läſst, ſo kann man auch nur für dieſe Fälle die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes aus der Höhe des Waſſerſtandes finden. Iſt die Oeffnung im Vergleiche der Oberfläche des Waſſers unendlich klein, ſo giebt dieſe Theorie die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes, der Geſchwindigkeit gleich, welche ein Körper, mittelſt freyen Falls im luftleeren Raume, durch die ganze Waſſerhöhe, erlangen würde. Oder vielmehr, da die Kraft, welche den Waſſerſtrahl zur Oeffnung hinaustreibt, ihn zugleich noch während eines kurzen Raums unter der Oeffnung verengert, und dabei die Geſchwindigkeit im verkehrten Verhältniſſe mit dem Querſchnitte des Strahls wächſt, folglich an dem am meiſten verengerten Theile des Strahls, (den man mit dem Kunſtworte *vena contracta* bezeichnet,) am gröſsten wird: ſo iſt nach dieſer Theorie die Geſchwindigkeit des Waſſers an der verengerten Stelle, (*vena contracta*,) der Geſchwindigkeit gleich, welche ein Körper erhält, der im luftleeren Raume von der Oberfläche des Waſſers bis zu dieſer Stelle hinabfiele. Iſt daher *ABEF*, (Taf. VIII, Fig. 1,) ein Gefäſs mit Waſſer, *cd* eine Oeffnung im Boden deſſelben, aus welcher das Waſſer ausſtrömt, und *cmnd* die Geſtalt des ſich verengernden Waſſerſtrahls, bis er ſeine engſte Stelle, oder die *vena contracta*, bei *mn* erreicht;

ſo muſs, dieſer Theorie nach, der Ausfluſs gerade ſo erfolgen, als wäre *ABcmndEF* das Gefäſs und *mn* die Oeffnung in deſſen Boden, indem das Waſſer durch *cmnd* gerade ſo ſtrömt, als hätte das Gefäſs dieſe letztere Geſtalt, falls die hinaustreibende Kraft auch unter den erſten Umſtänden bis *mn* unvermindert wirkt. Zwar ſubſtituiren wir hier die Geſchwindigkeit in *mn*, ſtatt der in *cd*; allein geſchähe das nicht, ſo würden wir nicht die geſammte Geſchwindigkeit des Ausfluſſes, ſondern die Geſchwindigkeit, wie ſie nur durch einen Theil der Kraft bewirkt wird, erhalten.

Die Folgerungen, welche aus dieſer Theorie gezogen werden, ſtimmen zwar ſehr gut mit den Verſuchen überein; allein die Anwendung derſelben Principien auf einen andern Fall weicht ſo weit von der Erfahrung ab, daſs es doch immer ſehr zweifelhaft bleibt, in wie fern dieſe Principien und die auf ſie gebaute Theorie hier anwendbar ſind. Wird nämlich gleich die *Geſchwindigkeit* des Ausfluſſes der Wahrheit ſehr nahe gefunden, ſo läſst ſich doch die *Zeit*, in welcher ein Gefäſs ſich ausleert, aus dieſer Theorie keinesweges ableiten. Um dieſe zu beurtheilen, müſſen wir ſowohl die Gröſse der Oeffnung als die Geſchwindigkeit in der Oeffnung wiſſen. Nun giebt zwar die Theorie die Geſchwindigkeit in *mn*, keinesweges aber das Verhältniſs zwiſchen der verengerten Stelle *mn* und der Gröſse der Oeffnung *cd*,

ohne welches sich die Geschwindigkeit in *cd* nicht aus der in *mn* berechnen, mithin auch nicht die Zeit der Ausleerung bestimmen läßt. Jenes Verhältnifs kann lediglich mittelst wirklicher Messungen gefunden werden, und so bestimmte es Newton bei sehr kleinen Oeffnungen, wie $1 : \sqrt{2}$, indefs es bei gröfsern Oeffnungen sich mehr dem Verhältnisse der Gleichheit nähert. Wir sind also, selbst unter den einfachsten Umständen, nicht im Stande, durch bloße Theorie die Zeit, in welcher ein Gefäfs sich ausleert, zu bestimmen.

Um noch genauer auszumachen, in wie fern diese Theorie von der Bewegung des Wassers anwendbar ist, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, von denen ich hier Rechenschaft ablegen will.

Es sey *ABCD*, Fig. 2, ein Gefäfs voll Wasser, aus dessen Boden die *Röhre mnrs* senkrecht hinabgeht. Ist diese Röhre in Vergleich des Bodens *BC* sehr enge, so mufs nach Bernoulli's Theorie der Ausfluss aus der Röhre bei *rs* mit derselben Geschwindigkeit geschehen, mit welcher das Wasser aus dem Gefäfse *ALMD* durch eine eben so grofse Oeffnung *rs* ausströmen würde, und diese letztere Geschwindigkeit ist den Quadratwurzeln der Wasserhöhe *AL* über der Oeffnung proportional. — Ich nahm einen 12 Zoll hohen Cylinder, machte in den Boden desselben eine Oeffnung, die nur $\frac{1}{576}$stel so grofs als *BC* war, und beobachtete die Menge des Wassers, die bei einem gleich erhaltenen Wasserstande in 12 Sekunden ausfloss. Darauf setzte

ich vor die Oeffnung eine *cylindrische* Röhre, die genau eben so weit und 1 Zoll lang war, und beobachtete eben so den Ausfluss aus dieser. Nach der Theorie sollte die Geschwindigkeit des Ausflusses in beiden Fällen sich wie $\sqrt{12} : \sqrt{13}$, d. i. ungefähr wie 25 : 26 verhalten; allein sie fand sich aus der Menge des ausgeflossenen Wassers nahe wie 3:4, ausnehmend von der Theorie verschieden. *) — Bei einer Röhre von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge sollten sich die Geschwindigkeiten verhalten wie $\sqrt{12} : \sqrt{12{,}5}$, d. h. ungefähr wie 48 : 49; sie verhalten sich aber gerade wie im erstern Falle, nahe wie 3 : 4. **) Als ich aber eine Röhre $\frac{1}{4}$ Zoll lang nahm, war die Geschwindigkeit des Ausflusses durch die Oeffnung und durch die Röhre nicht merklich verschieden; allein in diesem Falle füllte der Strom die Röhre nicht so wie in den vorigen Fällen aus, und es war daher so gut, als wäre gar keine Röhre vorhanden. Bei welcher Länge der Röhre der Wasserstrahl aufhört, die Röhre auszufüllen; darauf ist die Theorie noch nie angewandt worden, und das ist lediglich Sache der Erfahrung.

*) Wir werden im folgenden Aufsatze sehen, dass dieses vermöge des Luftdrucks geschieht, welcher beim Ausflusse durch Röhren wirksam wird und den Ausfluss beschleunigt. *d. H.*

**) Schwerlich sind beide Versuche mit hinlänglicher Schärfe veranstaltet worden, sonst würde ihr Resultat etwas verschieden ausgefallen seyn. *d. H.*

Iſt die Länge der Röhre der Höhe des Waſſerſtandes im Gefäſse gleich, ſo bleibt die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes in der Erfahrung hinter der nach der Theorie im Verhältniſſe von 6 : 7 zurück. Je länger die Röhre wird, deſto näher kommen beide Geſchwindigkeiten der Gleichheit, und in langen Röhren beträgt daher der Unterſchied zwiſchen Erfahrung und Theorie nicht mehr, als was ſich auf die Friction in den Röhren und andere retardirende Urſachen ſchieben läſst.

Setzt man vor die Oeffnung eine *koniſche*, nach unten zu ſich erweiternde Röhre, ſo bleibt, der Theorie gemäſs, die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes derſelbe, und folglich müſste die Menge des ausfliefsenden Waſſers in dieſem und im vorigen Falle ſich zu einander wie die Oeffnungen *rs* verhalten. So lange die Kraft, welche das Waſſer hinaustreibt, die Röhre ganz auszufüllen vermag, ſcheint das in der That der Fall zu ſeyn; allein wenn man die Oeffnung *rs* vergröſsert, ſo kann die Röhre endlich nicht mehr voll erhalten werden. Wenn; — das auszumachen, iſt lediglich Sache der Erfahrung. — Verengert ſich die koniſche Röhre nach unten, ſo ſcheint ſich, nach meinen Verſuchen, die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes aus derſelben zu dem aus einer koniſchen eben ſo langen und weiten Röhre, wie 14 : 11 zu verhalten.

Bei *horizontalen Röhren* ſoll, der Theorie gemäſs, die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes ebenfalls den Quadratwurzeln aus der Höhe des Waſſerſtan-

des in den Gefäfsen proportional ſeyn, wofern die Oeffnung der Röhre, in Vergleich mit dem Boden des Gefäfses, auſserordentlich klein iſt. Darüber ſtellte ich Verſuche mit gleich weiten Röhren von ungleicher Länge an, und fand, daſs, wenn ich allmählig immer längere Röhren nahm, die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes, gerade wie im vorigen Falle, anfangs zu-, dann aber wieder abnahm. — Iſt die Röhre *koniſch* und erweitert ſich, ſo ſcheint der Ausfluſs nach demſelben Verhältniſſe zuzunehmen, nach welchem ſich das äuſsere Ende der Röhre erweitert, ſo lange die Röhre voll erhalten wird. Auch durch eine koniſche ſich verengernde Röhre iſt der Ausfluſs gröſser als durch eine gleich lange cylindriſche Röhre, die ſo weit iſt, als die koniſche an ihrem äuſsern Ende.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus einer *aufwärts gehenden* Oeffnung, oder aus einer ſenkrecht in die Höhe gehenden Röhre hinausſpringt, hat Bernoulli nicht betrachtet. Folgende Verſuche zeigen, was in dieſem Falle vorgeht. In dem mit Waſſer gefüllten Behältniſſe *ABCDEFG*, (Fig. 3,) waren in den horizontalen Wänden *FE*, *DC* die Oeffnung *r*, und die ſenkrecht ſtehenden Röhren *x*, *y*, *z*, jede 1 Zoll lang, angebracht. Die cylindriſche Röhre *x* hatte durchgehends, die koniſche *y* an ihrem untern, und die koniſche *z* an ihrem obern Ende einerlei Durchmeſſer mit der Oeffnung *r*. Die Waſſermenge, welche in 12″, zuerſt aus der Oeffnung, darauf aus der

erſten, dann aus der zweiten, und endlich aus der dritten dieſer Röhren hervorſprang, indeſs das Gefäſs voll erhalten wurde, verhielt ſich zu einander wie 7 : 9,4 : 11,2 : 10,7. Folglich ſtand die Geſchwindigkeit in der Oeffnung und in der erſten cylindriſchen Röhre im Verhältniſſe von 3 : 4, gerade ſo, wie das bei der Oeffnung im Boden und einer herabgehenden cylindriſchen Röhre der Fall war. In der koniſchen divergirenden Röhre *y* nimmt, ſo lange der Ausfluſs die ganze Röhre füllt, die Geſchwindigkeit ungefähr nach dem Verhältniſſe zu, nach welchem der Queerſchnitt am Ende der Röhre vergröſsert iſt, und auch in der convergirenden koniſchen Röhre *z* iſt die Geſchwindigkeit gröſser als in der cylindriſchen Röhre; alles gerade ſo, wie bei Röhren, die ſenkrecht hinabgehen. Sofern folglich die Theorie auf die Bewegung des Waſſers ſenkrecht herabwärts anwendbar iſt, ſcheint ſie auch für Bewegungen, die ſenkrecht aufwärts gehen, gültig zu ſeyn.

Ich brachte nun unter der Oeffnung *rs* im Boden eines cylindriſchen Gefäſses *ABCD*, Fig. 4, eine cylindriſche Röhre mit einem koniſchen Mundſtücke *axwv* an, deren Länge mit der Höhe des Waſſerſtandes *AB* im Gefäſse gleich, und deren cylindriſcher Theil genau ſo weit als die Oeffnung war. Ich erwartete, daſs in ihr der Strahl ſich wie in der Oeffnung verengern, und daſs daher die Geſchwindigkeit in ihrer obern Oeffnung mit der in einer bloſsen Oeffnung gleich ſeyn würde. Allein

ſie fand ſich nahe im Verhältniſſe von $\sqrt{2}:1$ gröſser. Der Ausfluſs ſcheint daher mit derſelben Geſchwindigkeit zu erfolgen, als wenn das cylindriſche Stück der Röhre bis an die Oeffnung *rs* ſelbſt hinauf gereicht hätte; und da die Röhre gefüllt war, ſo ſcheint der Strahl gleich aus der Mündung in Geſtalt eines Cylinders ausgeſtrömt zu ſeyn. Und doch ſehe ich keinen Grund ab, warum der Strahl ſich nicht ſollte verengert und die *vena contracta* gebildet haben. *)

Um mich zu belehren, ob das durchſtrömende Waſſer vielleicht gegen die Wände der Röhren in ihren verſchiedenen Lagen irgend einen Druck ausübe, machte ich in die Röhren hin und wieder einige kleine Löcher. In den *cylindriſchen* und in den *koniſchen divergirenden* Röhren ſtrömte das Waſſer fort, ohne den mindeſten Trieb zu zeigen,

*) Vince verirrt ſich hier auf eine ſonderbare Art in Schwierigkeiten, die nicht vorhanden ſind. Was berechtigt ihn, daraus, daſs die Röhre beim Ausfluſſe des Waſſers gefüllt war, zu ſchlieſsen, ſie ſey auch beim Anfange ganz gefüllt, und mithin in ihr keine *vena contracta* geweſen. Füllen ſich doch ſelbſt koniſch divergirende Röhren ganz, divergiren ſie nur nicht zu ſtark. Woher, — das erklärt Venturi im folgenden Aufſatze genügend. Zweitens iſt die Geſchwindigkeit im obern Ende der Röhre immer gröſser als in einer bloſsen Oeffnung, weil dort das Waſſer durch den thätig werdenden Luftdruck beſchleunigt wird. Vince's Erwartung ſtützte ſich alſo auf etwas Unrichtiges. *d. H.*

aus dieſen Löchern hervorzudringen. Aber in den *koniſchen convergirenden* Röhren ſprang das Waſſer zu dieſen Löchern heraus. In den erſtern Röhren iſt alſo kein Druck gegen die Wände der Röhre, ſondern dieſer findet nur in den letztern ſtatt. *)

Beim Ausfluſſe aus allen Röhren fand ich keinen Unterſchied, ſie mochten, als das Gefäſs gefüllt wurde, am innern oder am äuſsern Ende verſchloſſen werden, und alſo der Ausfluſs bei leerer oder bei voller Röhre beginnen.

Daſs das Waſſer am Ende dieſer Röhre ſchneller flieſst, als es durch eine Oeffnung flieſsen würde, mag, wenigſtens zum Theil, von der Adhäſion des Waſſers mit der Röhre herrühren. Dieſe vermindert nämlich die horizontale Bewegung des Waſſers, welche beim Ausſtrömen durch eine Oeffnung ſtatt hat, und wodurch die ſenkrechte, die Geſchwindigkeit erzeugende Bewegung immer etwas gehemmt wird, indem jede horizontale Bewegung zugleich eine Bewegung aufwärts im Waſſer mit erzeugt. Wie es aber zugeht, daſs, (mit gewiſſen Einſchränkungen,) die Geſchwindigkeit des Ausfluſſes zunimmt, wenn man die Röhre verlängert

*) Aehnliche Verſuche erzählt im folgenden Aufſatze Venturi, und braucht ſie, um damit ſeine Theorie über den Ausfluſs durch Röhren zu beſtätigen.

d. H.

oder konisch erweitert; dafür, gestehe ich, sehe ich schlechterdings keinen Grund ab. *)

Man sieht hieraus, dass die *Bernoullische Theorie* keinesweges auf alle Fälle anwendbar ist, dass sie aber in gewissen Fällen zu Resultaten führt, welche mit der Erfahrung sehr gut übereinstimmen. Daraus folgt, dass entweder die allgemeinen Lehren von der Bewegung sich auf die Bewegung des Wassers nicht anwenden lassen, und dass dieses Zusammenstimmen nur zufällig ist, oder dass diese Anwendung unter gewissen Umständen und Einschränkungen allerdings gültig ist. Welches von beiden der Fall ist, möchte nicht leicht auszumachen seyn. **) Dieses sage ich indess nicht, um Bernoulli's und d'Alembert's wohlverdienten Ruhm zu schmälern. Sie haben dabei einen seltenen Scharfsinn gezeigt, und ihre Untersuchungen so weit getrieben, dass sich auf diesem Wege nichts mehr hoffen und erwarten läst, und dass dieses allein ihnen einen Rang unter den vorzüglichsten Mathematikern sichern würde. Der Mangel ist nicht *artificis, sed artis.* ***)

*) Alles dieses erklärt genügender Venturi im folgenden Aufsatze, daraus, dass beim Ausflusse durch Röhren ein Luftdruck thätig wird, an den Vince eben so wenig als Bernoulli in seiner Theorie gedacht zu haben scheint. *d. H.*

**) Doch wohl unstreitig das zweite. *d. H.*

***) Kennt Vince nicht Eulers und Lagrange's Verdienste um die Hydrodynamik? Sie haben diese

In der vortrefflichen Erläuterung der Theorie Newton's, welche sich in Mac Laurin's *Treatise on Fluxions* findet, ist es einer der Hauptpunkte beim Ausflusse des Wassers aus Gefäfsen, die Gröfse der Kraft, welche das Herabsinken der Oberfläche des Wassers im Gefäfse bewirkt, in Vergleich mit der Kraft der Schwere zu bestimmen. Dieser Theorie gemäfs wird der Druck des Wassers gegen den Boden des Gefäfses in dem Augenblicke, in welchem das Wasser zu fliefsen anfängt, gänzlich aufgehoben. „Da man diese Folgerung nicht zugeben kann, so mag man hieraus sehen," sagt Mac Laurin, „dafs die Theorie nicht vollkommen genau ist." Es scheint daher wichtig zu seyn, auszumachen, *wie stark der Druck einer Flüssigkeit, während sie ausfliefst, gegen den Boden eines Gefäfses in Vergleich mit ihrem ganzen Gewichte ist.* Und dieses läfst sich mittelst folgender Vorrichtung mit einem grofsen Grade von Genauigkeit bestimmen.

Man hänge an den einen Arm einer Wage ein cylindrisches Gefäfs *E*, (Fig. 5,) mit Wasser, in dessen Boden eine Oeffnung *r s* angebracht, doch

Wissenschaft unstreitig um vieles weiter gebracht, ist es gleich auch ihnen noch nicht geglückt, die analytischen Schwierigkeiten zu besiegen, welche bis jetzt die an sich richtigen allgemeinen hydrodynamischen Theorien unbrauchbar machen. *d. H.*

anfangs verſchloſſen iſt, ſetze unter dieſe Oeffnung ein Gewicht *w*, ſo daſs die oberſte Fläche deſſelben genau da liegt, wo der ausflieſsende Strahl ſich am ſtärkſten verengert, und bringe die Wage ins Gleichgewicht. Oeffnet man nun die Oeffnung, ſo ſtöſst der Waſſerſtrahl auf das Gewicht *w*, und ſucht dadurch die Wagſchale *D* hinabzutreiben, in welcher ſich zugleich das Waſſer ſammelt. Deſſen ungeachtet bleibt alles im Gleichgewichte; ein Zeichen, daſs beim Ausſtrömen der Druck auf den Boden des Cylinders gerade um ſo viel vermindert wird, als der Stoſs des Waſſers auf das Gewicht *w* beträgt. Können wir alſo nur ein Gewicht finden, welches dem Momente dieſes Stoſses gleich iſt, ſo iſt die Gröſse jener Verminderung beſtimmt.

Man nehme einen ebenen und breiten Hebel, der auf einer horizontalen Achſe ruht, und der an leichen Armen, an dem einen eine Wagſchale, am andern ein gleich ſchweres Gegengewicht trägt, ſo daſs alles im Gleichgewichte iſt. Ueber dieſen zweiten Arm werde der vorige Cylinder ſo aufgehangen, daſs, wenn er mit Waſſer gefüllt und die Oeffnung *rs* geöffnet wird, die verengerte Stelle des ausflieſsenden Waſſerſtrahls genau auf den Hebel in einer Entfernung von der Achſe, der gleich auftrifft, in welcher die Wagſchale hängt. Mittelſt des Zufluſſes aus einem Waſſerbehältniſſe, der ſich durch einen Hahn reguliren läſst, werde das Waſſer im Cylinder *E* ſtets in gleicher Höhe erhalten, welches ſich am beſten beurtheilen läſst, wenn man auf

dem Waſſerſpiegel eine Scheibe ſchwimmen läſst, und auf ihr ſenkrecht einen Stift anbringt, der durch eine weite Röhre geht und beim gehörigen Stande des Waſſers mit dem Stande des Cylinders im Niveau ſteht. Oeffnet man darauf die Oeffnung *rs* und legt in die Wagſchale ein Gewicht α, welches das Gleichgewicht herſtellt, ſo iſt α gleich der Summe der Momente des Drucks, welchen erſtens der aus *rs* ausflieſsende Strahl unmittelbar, und zweitens das in das Gefäſs *E* einſtrömende Waſſer mittelbar auf den Hebel ausüben. Erhebt man den Hebel, daſs er in die Lage kommt, in welcher vorhin die Oberfläche des Waſſers in *E* ſtand; läſst das Waſſer, welches zuvor in das Gefäſs *E* floſs, auf den Hebelarm flieſsen; und bringt nun den Hebel mittelſt des Gewichts β ins Gleichgewicht: ſo iſt $\alpha - \beta$ das geſuchte Gewicht, um welches der Druck des Waſſers auf dem Boden des Cylinders *E* während des Ausfluſſes abnimmt. *)

Ich wende mich nun zu ähnlichen Betrachtungen über die Anwendung unſrer hydrauliſchen Theorien auf den *Widerſtand*, den feſte Körper von flüſſigen leiden, in denen ſie ſich bewegen.

(Dieſes künftig.)

*) Von Verſuchen, die Vince ſelbſt hierüber auf die angegebene Art angeſtellt habe, ſagt er nichts. Alſo ein bloſser Vorſchlag. d. H.

IV.

UNTERSUCHUNGEN UND ERFAHRUNGEN

über

die Seitenmittheilung der Bewegung in flüſſigen Körpern, angewandt auf die Erklärung verſchiedener hydrauliſcher Erſcheinungen,

von

J. B. VENTURI,

Prof. der Phyſik zu Modena.*)

INHALT.

Apparat zu den Verſuchen. — Man muſs gegen jede hydrauliſche Theorie, ſelbſt gegen die meines Aufſatzes, mistrauiſch ſeyn, wenn ſie nicht durch die Erfahrung bewährt wird

Wenn ſich in einer Flüſſigkeit Theilchen bewegen, ſo ziehen ſie die ruhenden, zur Seite liegenden Theilchen der Flüſſigkeit mit ſich fort, *Satz* 1, *Verſuch* 1, 2. — Dieſe Erſcheinung bezeichne ich mit dem Ausdrucke: *Seitenmittheilung der Bewegung*, und betrachte ſie als ein Erfahrungs-Princip, ohne ſie zu erklären.

*) *Recherches expérimentales ſur le principe de communication latérale dans les fluides, appliqué a l'explication de différens phénomènes hydrauliques, par* J. B. Venturi. à Paris 1797, 88 Seit. in 8. Dieſe kleine Schrift, voll ſorgfältiger hydrodynamiſcher Verſuche, der Boſſut, Prony und Coulomb, in ihrem Cenſur-Berichte an das National-Inſtitut, mit Recht Werth beilegen, und von deren engliſcher Ueberſetzung ſchon ein zweiter Abdruck

Wenn man Waſſer aus einem Gefäſse, ein Mahl durch eine Oeffnung einer dünnen Platte, das andere Mahl durch eine eben ſo weite cylindriſche horizontal geſtellte Röhre, aus einem Gefäſse auslaufen läſst, ſo wird der Ausfluſs im letztern Falle gröſser als im erſtern, und zwar immer um gleich viel, die Röhre mag ein koniſches Mundſtück von der Form, in welche ſich der Waſſerſtrahl beim Durchgange durch eine dünne Platte zuſammenzieht, haben oder nicht. *Satz* 1, *Verſuch* 3, 4. — Die Geſchwindigkeit des Waſſerſtrahls iſt in dem Innern dieſer beiden Röhren gröſser, als wenn der Strahl durch eine dünne Platte hervorſtrömt; und zwar iſt es der Druck der Atmoſphäre, der dieſes bewirkt, *Satz* 3, *Verſuch* 5, 6, 7. — Im luftleeren Raume findet der verſtärkte Ausfluſs durch beide Röhren nicht ſtatt, *Verſuch* 8.

Durch eine *hinabgehende* Röhre, die mit einem koniſchem Mundſtücke von erwähnter Art verſehen und unter einem Gefäſse angebracht iſt, flieſst das Waſſer ſo aus, wie es die Höhe des Waſſerſtandes über der untern Oeffnung der Röhre mit ſich bringt. Ergänzung von Guiglielmini's Theorie hierüber. *Satz* 4, *Verſuch* 9, 10, 11, 12.

In *koniſchen*, horizontal geſtellten Röhren von einer gewiſſen Geſtalt, iſt es die Seitenmittheilung der Bewegung im Waſſer der Röhre, welche den Luftdruck zur Wirkſamkeit bringt, wodurch die Geſchwindigkeit im Innern der Röhre und der Ausfluſs durch ſie vermehrt werden, *Satz* 5. Doch bleiben in Abſicht dieſer Vermehrung die Verſuche immer unter der Theorie; warum? *Verſuch* 13, 14, 15. Gränzen dieſer Vermehrung, *Verſuch* 16, 17.

veranſtaltet iſt, verdiente um ſo mehr in unſern Annalen ins Deutſche übergetragen zu werden, da ſie eine oft überſehene Seite bei der Bewegung des Waſſers und den Ausfluſs deſſelben durch Röhren auffaſst, und mehrere Erſcheinungen glücklich erklärt, von welchen man bisher nicht gehörig Rechenſchaft geben konnte, wie das beſonders aus Vergleichung dieſes Aufſatzes mit dem vorhergehenden von Vince erhellet. *d. H.*

In den *cylindrischen*, horizontal gestellten Röhren nähert sich diese Vermehrung des Ausflusses dem Maximum nicht so sehr, als in den konischen Röhren, *Satz* 6, *Versuch* 18. Warum das in einer einfachen cylindrischen Röhre der Fall ist. Aus derselben Ursache ist die Geschwindigkeit, womit der Wasserstrahl aus dem Ende einer solchen horizontal gestellten Röhre hervorkommt, geringer, als die, womit er durch eine dünne Platte herausströmt, *Versuch* 19; eben so bei aufwärts oder bei herabwärts gerichteten Röhren, *Versuch* 20, 21. — Die Seitenmittheilung der Bewegung findet in cylindrischen Röhren nur in einer sehr kleinen Länge statt, *Versuch* 22.

Der Ausfluss aus einer gegebenen cylindrischen Röhre läßt sich durch schickliche Hülfsröhren, bei einerlei Wasserstand, um mehr als das Doppelte erhöhen, *Satz* 7. — Ein römisches Gesetz darüber. — Anwendung auf Schornsteine. — Verringerung des Ausflusses durch Knien und Biegungen, *Versuch* 23; durch bauchige Erweiterungen, *Versuch* 24.

Der Apparat, dessen ich mich bei meinen Versuchen gröfsten Theils bedient habe, ist mit dem des berühmten Poleni *) einerlei, und in der ersten Figur Taf. IX, vorgestellt. Das Behältniss X, von kegelförmiger Gestalt, hat einen Durchmesser von 40 Zoll in CE und von 30 Zoll in OP. FP ist eine breite dünne Kupferplatte, die in vertikaler Lage von innen an die Wand des Gefäfses befestigt, und worin eine runde Oeffnung P, durch die das Wasser aus dem Behälter ausströmt, eingebohrt ist. Das Klappen-Ventil FS, das mittelst der Handhabe K regiert wird, öffnet oder verschliefst die Oeffnung; das Charnier desselben ist oberhalb F an der Seite des Gefäfses angebracht, um dadurch zu

*) *De Castellis*; auch in der Sammlung hydraulischer Schriften, Band 3, zu Parma abgedruckt.

verhindern, dafs die herabfinkenden Waſſertheile den Ausfluſs durch die Oeffnung *P* nicht hemmen mögen. Vor dieſe Oeffnung wurden, den Umſtänden nach, mancherlei Röhren angeſetzt, die mit Sorgfalt aus Blechſtreifen von der beſten Art gemacht waren, indem man die beiden Schärfen jedes Streifens der Länge nach zuſammengeſchweifst hatte. Die Kupferplatte war ſo dünn, dafs der Rand der Oeffnung *P* höchſtens eine Viertellinie in der Dicke hatte.

Das obere Gefäſs *Z* diente, das Waſſer im Behälter *X*, während des Ausflieſsens aus *P*, beſtändig in der Höhe der Linie *CE* zu erhalten. Man zog den Stöpſel *AB* mehr oder weniger zurück, und hatte dadurch den Zufluſs des Waſſers in den Behälter *X* in ſeiner Gewalt. Der Kaſten *DL* verhinderte, dafs das Waſſer nicht durch den Fall aus *Z* in eine Bewegung gerieth, die auf das Ausflieſsen durch die Oeffnung *P* hätte Einfluſs haben können, und durch den Einſchnitt *Q* wurde das überflüſſige Waſſer aus dem Behälter abgeleitet, ſo dafs es hier unverändert in der Höhe *CE* 32,5 pariſiſche Zoll über dem Mittelpunkte der Oeffnung *P* ſtand. War dieſer Waſſerſtand, (den Venturi häufig die Ladung, *charge*, des Behälters nennt,) anders, ſo wird dieſes jedesmahl ausdrücklich angegeben werden.

Ein groſser Theil der folgenden Verſuche iſt unter den Augen des Publikums auf dem phyſikaliſchen Theater von Modena gemacht worden; bei

andern hatte ich mehrere Kenner zu Zeugen. Es waren dabei mehrere Perſonen auf Einmahl behülflich. Einer zählte laut die Sekunden nach einer Pendel-Uhr; in dem Augenblicke von 60″ zog ein Zweiter das Ventil *FS* zurück; und ein Dritter lieſs durch den Stöpſel *B* ſo viel Waſſer aus *Z* einflieſsen, als nöthig war, damit immer auch ein wenig durch *Q* abfloſs. In einem beſtimmten Augenblicke, über den man vorher übereingekommen war, ward alles verſchloſſen. Jeder Verſuch wurde mehrere Mahl hinter einander wiederholt, bis die Uebereinſtimmung der Reſultate alle Furcht vor Irrthum entfernte. Selbſt in den verwickeltſten Fällen, glaube ich, hat ſich nicht mehr als $\frac{1}{40}$ Irrthum einſchleichen können.

Die angegebenen Maaſse ſind alle von einer Toiſe genommen, die nach der der pariſer Akademie berichtigt iſt, und die der Bürger Lalande mir 1783 zuzuſchicken die Güte hatte. Dieſe Maaſse, und eben ſo alle übrige des achtzehnten Jahrhunderts, werden zwar dem Schickſale nicht entgehen, das ihnen durch die Einrichtung des neuen Mètre zubereitet iſt. Man wird ſie indeſs jederzeit auf dieſes neue Maaſs reduciren können, wenn man bemerkt, daſs ſich der Fuſs zum Mètre wie 100 zu 308 verhält.

Die beſten Phyſiker ſind wider alle abſtrakte Theorie von der Bewegung flüſſiger Körper miſstrauiſch, und ſelbſt die groſsen Geometer geſtehen, daſs die Methoden, die ihnen ſo überraſchende Fort-

chritte in der Mechanik fefter Körper gewährten, n der Hydraulik nur zu Refultaten führen, welhe für die meiften befondern Fälle viel zu allgenein und unbeftimmt find. *) Von diefer Wahrheit urchdrungen, habe ich mich mit der Theorie nur n fo weit befchäftigt, als fie fich mit den Thatfahen verbinden liefs, und fofern fie nöthig war, m die Erfahrungen unter Einen Gefichtspunkt zu affen. Selbft das wenige Theoretifche läfst fich ntbehren, und man kann die folgenden Sätze blofs ls Refultate der Erfahrung anfehen.

Wenn ich das fchätzbare Werk des Bürgers offut über die *Hydrodynamik* anführe, fo thue ch es nach der Ausgabe von 1786. **)

*) Das liegt aber nicht an der Theorie felbft, fondern an der Unvollkommenheit der Analyfis, deren brauchbarer Theil, kaum ein Jahrhundert alt, noch nicht zu der Vollkommenheit, die man wohl wünfchen möchte, gediehen ift. Ehe das nicht gefchehen ift, werden freilich die allgemeinen hydraulifchen Unterfuchungen mehr der Analyfis als der Hydraulik felbft zu ftatten kommen; allein man würde unbillig feyn, wenn man daraus der Theorie Vorwürfe machen wollte. *d. H.*

**) Ich ziehe diefes Werk bei weitem allen frühern vor, da es fich auf Principien der Erfahrung und der Theorie zugleich gründet. Aufser demfelben habe ich noch einige Bemerkungen benutzt, die mir die Bürger Boffut und Prony nach der Lefung meines Aufsatzes mittheilten. *V.*

Erſter Satz.

Die Bewegung eines flüſſigen Körpers theilt ſich den zur Seite liegenden Theilen mit, die in Ruhe ſind.

Newton behauptet, *) daſs, wenn irgend eine Bewegung ſich in einem flüſſigen Körper über die Oeffnung BC hinaus fortpflanzt, (Taf. IX, Fig. 2,) ſie ſich, von dieſer Oeffnung an, wie aus einem Mittelpunkte divergirend verbreite, und in geraden Linien eben ſowohl gegen die zur Seite liegenden Theile, (*parties laterales*,) N, K, als gegen S fortpflanze. Man würde die Anwendung dieſes Theorems nicht geradezu und unmittelbar auf einen Waſſerſtrahl machen können, der mit Gewalt aus der Oeffnung BC auf die Oberfläche eines ruhigen Waſſers ſpringt, denn es treten in dieſem Falle Umſtände ein, welche die Wirkung, die das Newtoniſche Princip ausſagt, in beſondere Arten von Bewegung verwandeln. Unterdeſſen theilt doch auch der Strahl BC ſeine Bewegung den zur Seite liegenden Theilen N, K mit, nur daſs er ſie nicht nach den Richtungen P, Q forttreibt, ſondern vielmehr mit ſich nach S zu fortführt.

Verſuch 1. Die cylindriſche Röhre AC, (Taf. IX, Fig. 3,) geht horizontal in den Kaſten $DEFB$, der bis DB mit Waſſer angefüllt iſt. Ihr gegen über fängt, ein wenig von ihrem Ende C entfernt, ein kleiner rechteckiger Kanal von Blech an, $SMBR$, deſſen oberer Theil SR offen iſt, und deſſen Bo-

*) *Princip. math.*, lib. 2, prop. 42, caſ. 3.

den *MB* ſchief ſteht und auf dem Rande des Kaſtens *B* ruht. Die Breite deſſelben beträgt 24, und der Durchmeſſer der Röhre *AC*, deren Ende *A* an der Oeffnung *P* in der erſten Figur angebracht iſt, 14,5 Linien. Läſst man nun das Waſſer aus dem Behälter *X* der erſten Figur durch die Röhre *AC* auslaufen, ſo ſteigt der Waſſerſtrom den kleinen Kanal *MB* hinan, und ergieſst ſich aus dem Kaſten durch den Strahl *BV*. Es entſteht alsdann in dem Waſſer des Kaſtens *DEFB* eine ſtrömende Bewegung; das Waſſer tritt aus demſelben in den Kanal *SR*, geht mit dem Strahle *AC* durch *MBV*, und in wenig Sekunden ſinkt das Waſſer von *DB* bis nach *MH* herunter.

Verſuch 2. Man nähere einen ſehr beweglichen Körper dem Waſſerſtrahle *PY*, Fig. 1, der aus der Oeffnung *P* in das untere Gefäſs *RT* hinabſtürzt. Dieſer Körper wird von der Luft, die mit dem Strahle *PY* herunterſtrömt und die zum Theil das Waſſer in dem untern Gefäſse verſchluckt, mit fortgetrieben werden.

Dieſe beiden Erfahrungen beweiſen ziemlich deutlich, daſs der flüſſige Körper, der durch *BC*, (Fig. 2,) geht, ſeine Bewegung den zur Seite liegenden Theilen *N*, *K* wirklich mittheilt; nur ſtöſst er ſie nicht gegen *P*, *Q*, ſondern zieht ſie mit ſich nach *S* fort. Und das iſt es eben, was ich mit dem Kunſtworte: *Seitenmittheilung der Bewegung in den flüſſigen Körpern*, bezeichne. Newton hat dieſe Mittheilung gekannt. Er leitet davon die Fort-

pflanzung der kreisförmigen Bewegung aus den innern Waſſerſchichten auf die äuſsern bei einem Wirbel her. Iſt es aber das klebrige Weſen (!) und das gegenſeitige Aneinanderhängen der Theile des flüſſigen Körpers, oder iſt es ihr wechſelſeitiges Ineinanderwirken, oder endlich das Entfernen der bewegten Theile von den übrigen, worin der Grund dieſer Seitenmittheilung der Bewegung zu ſuchen iſt? Vielleicht, daſs ſich, wenn wir ihre Wirkungen werden geſehen haben, hierüber Einiges wird ſagen laſſen. Für jetzt wollen wir, worin auch ihr Grund liegen mag, uns lieber an die Thatſache ſelbſt halten, wie ſie uns die Erfahrung giebt, ſie *als ein Princip* betrachten, und uns einzig und allein bemühen, ſie auf beſondere Fälle und auf die Erklärung mannigfaltiger Erſcheinungen anzuwenden. *) Und zwar ſey das Erſte, was ich verſuchen

*) Dieſes Phänomen der Seitenmittheilung der Bewegung ſcheint mir aus der Natur des Waſſers, wie die Theorie ſie zum Grunde legt, ohne die mindeſte Schwierigkeit erklärbar zu ſeyn. Indem der Waſſerſtrahl *A*, (Fig. 2,) bei *BC* auf das ruhende Waſſer in *PSQ* ſtöſst, wird er anfangs aufgehalten. Dadurch entſteht ein Druck und Gegendruck, der unmittelbar nach der Richtung des Strahls *AS*, und mittelbar nach allen übrigen Richtungen wirkt, indem, vermöge der Natur des Flüſſigen, der Druck, den es nach Einer Richtung leidet, nach allen gleichförmig fortgepflanzt wird. Daher muſs das Waſſer ringsum nach *PSQ* zu in Bewegung kommen, nur daſs, wenn es nach *S* zu ausweichen

will: mittelst dieses Princips, besser als es bisher geschehen ist, zu erklären: *die Vermehrung, die man*

kann und im Fliessen ist, der Strom *A* nur mit dem Ueberschusse seiner Geschwindigkeit über den Strom *S*, gegen diesen und die umliegenden Wassertheilchen drückt, und daher dann die Kraft, die sie zur Seite treibt, geringer ist. Können überdies die Seitentheilchen *N*, *K* nicht zur Seite frei ausweichen, so wird ihre Bewegung nach diesen Richtungen bald unmerklich, und sie gerathen, vermöge des Drucks gegen die Seiten des Gefäfses und des daraus entstehenden Gegendrucks, ebenfalls in eine Bewegung nach *S* zu, wohin ein freyer Abfluss statt findet. — Dafs das Wasser in Versuch 1 die viereckige Röhre hinausfliefst, geschieht vermöge der Zerfällung, welche in der Bewegung desselben beim Stofse gegen die schiefe Ebene *MB* vorgeht, und diesen Versuch kann daher schwerlich die Seitenmittheilung der Bewegung im Wasser darthun. Ob in Versuch 2 eine wirkliche Seitenmittheilung der Bewegung nach *PY*, Fig. 1, auf die umgebende Luft vor sich geht, möchte gleichfalls zweifelhaft seyn, da die wahrgenommene Bewegung in diesem Falle vielleicht allein von dem Zuströmen der Luft herrührt, die dadurch veranlafst wird, dafs die länger fallenden Wassertheilchen, vermöge der gröfsern Geschwindigkeit, die sie durch den Fall erhalten, sich von den später herausströmenden trennen, und die umgebende Luft ihren Zwischenraum ausfüllen mufs. — Sind indefs beide Versuche vielleicht nicht zum besten ausgedacht, um die Wirklichkeit einer Seitenmittheilung der Bewegung, nach Venturi's Sinn, darzuthun, so kann man doch sein Princip, aus

in dem Ausfluſſe durch eine Oeffnung wahrnimmt, wenn man an die Oeffnung Röhren anſetzt. *)

Zweiter Satz.

Verengert man in einer cylindriſchen Röhre, die vor die Oeffnung P *eines Behälters angeſetzt wird, den Theil zunächſt am Gefäſse, der Form gemäſs, in welcher ſich ein Waſſerſtrahl beim Ausfluſſe durch eine Oeffnung einer dünnen Platte zuſammenzieht; ſo bleibt der Ausfluſs derſelbe, als in der unverengerten Röhre.*

Es iſt bekannt, daſs, wenn Waſſer aus einem Behälter durch eine kreisförmige Oeffnung einer der Wände ausfliefst, und dieſe Wand dünn iſt, der Waſſerſtrahl nicht weit von der Oeffnung ſich zuſammenzieht, ſo daſs der Durchmeſſer deſſelben ſich bis auf o,8 des Durchmeſſers der Oeffnung verringert. **) Poleni bemerkte zuerſt, daſs, wenn

obigen theoretiſchen Gründen, nicht bezweifeln, und viele der folgenden Erklärungen, welche Venturi darauf gründet, ſind neu und ſcharfſinnig.
d. H.

*) Dieſen Theil des Aufſatzes theile ich in dem gegenwärtigen Stücke ununterbrochen mit, indeſs ich die andern, für viele vielleicht noch intereſſantern, Anwendungen für das folgende Stück der Annalen verſpare. *d. H.*

**) Vergleiche den vorigen Aufſatz von Vince, Seite 405. Venturi ſelbſt theilt am Ende ſeiner

vor eine ſolche Oeffnung eine cylindriſche Röhre von demſelben Durchmeſſer und einer zwei bis viermahl gröſsern Länge angeſetzt wird, der Ausfluſs ſich ungefähr im Verhältniſſe von 100 zu 133 vermehrt. Um dieſes zu erklären, nahm er an: der Waſſerſtrahl ziehe ſich in den Röhren weniger, als beim Ausfluſſe aus einer dünnen Platte zuſammen. Dieſe Vorausſetzung war ganz ſcheinbar, läſst ſich aber auf die Erfahrung nicht anwenden, welche die Ueberſchrift ausſagt und die folgenden Verſuche begründen.

Verſuch 3. Vor der Oeffnung *P* in Fig. 1 wurde eine dünne Platte mit einer kreisförmigen Oeffnung von 18 Linien im Durchmeſſer angebracht, und es floſſen in das Gefäſs *Y* vier Kubikfuſs Waſſer, in der Zeit von 41″.

Ich ſetzte darauf eine cylindriſche Röhre, von eben dem Durchmeſſer, und 54 Linien lang, vor die Oeffnung; vier Kubikfuſs Waſſer floſſen nun in 31″ aus.

Endlich vertauſchte ich dieſe einfache cylindriſche Röhre mit einer zuſammengeſetzten, wie ſie Fig. 5 darſtellt, deren Theile folgende Abmeſſungen in Linien hatten: $AC = GI = MN$, 18; DF, 14,5; AB, 11; BG, 10; GM, 37; AM, 58 Linien. Bei dieſer zuſammengeſetzten Röhre

Schrift als Zugabe genauere Unterſuchungen über die Geſtalt und Umſtände dieſer Verengerung mit, die man im folgenden Aufſatze findet. *d. H.*

floſſen, wie bei der einfachen cylindriſchen, vier Kubikfuſs Waſſer in 31″ aus.

Das koniſche Stück *ACDF* hat beinahe die Geſtalt, in welcher ſich der Waſſerſtrahl beim Ausfluſſe durch eine dünne Platte zuſammenzieht. Das Waſſer ging alſo im letztern Falle durch eine Verengung, beinahe der gleich, welche ſich beim Ausſtrömen durch die Oeffnung in einer dünnen Platte von ſelbſt im Waſſerſtrahle bildet, und dennoch hatte der Ausfluſs in demſelben Verhältniſſe, wie bei einer einfachen cylindriſchen Röhre, zugenommen. Folglich muſs die Geſchwindigkeit der Schicht *DF*, ſo wie überhaupt des koniſchen Stücks *ACDF*, gröſser ſeyn, als die des Waſſerſtrahls, der von der dünnen Platte verengert wird. *Worin liegt aber der Grund der vermehrten Geſchwindigkeit, die ſich in dem Innern der Röhre erzeugt? Alles kommt hier darauf an, dieſen zu entdecken.*

Das koniſche Stück *ACDF* allein verurſacht keine Veränderung im Ausfluſſe. Davon überzeugte mich

Verſuch 4, bei welchem das koniſche Stück, abgeſondert von dem übrigen Theile *DGMNIF* der Röhre, vor die Oeffnung *P* angeſetzt wurde. Die vier Kubikfuſs Waſſer floſſen nunmehr in 42″ aus, welches, bis auf eine Sekunde, mit der Zeit des Ausfluſſes durch die bloſse Oeffnung der Platte übereinſtimmt. Der kleine Unterſchied von 1″ kommt daher, weil es faſt unmöglich iſt, der Röhre

ACDF vollkommen die Form zu geben, in welche sich der Wasserstrahl von selbst zusammenzieht.

Dritter Satz.

Der Druck der Luft macht, dass durch eine cylindrische Röhre, welches auch ihre Richtung ist, mehr Wasser aus einem Gefässe ausströmt, als, bei übrigens gleichen Umständen, durch die Oeffnung in einer dünnen Platte.

Ein schwerer flüssiger Körper, der durch eine hinabgehende cylindrische Röhre fliesst, strebt, seine Bewegung in ihr zu beschleunigen. Die untern Schichten suchen sich von den obern zu trennen, und bewirken dadurch, dass der Druck der Atmosphäre die Geschwindigkeit der obern Schichten vermehrt. Diese successive Beschleunigung durch die Schwere kann in keiner horizontalen oder aufsteigenden Röhre statt finden; indessen werden wir doch sogleich sehen, dass der Druck der Luft selbst in diesen letztern Lagen dahin wirkt, die Geschwindigkeit des Fluidi im Innern der Röhre zu vermehren. Rechtsfragen, die in meinem Vaterlande über die Menge des Wassers in einem Wässerungs-Kanale aufgeworfen wurden, richteten mein Augenmerk hierauf, und ich stellte im Jahre 1791 öffentlich, auf dem physikalischen Theater zu Modena, folgende Versuche an.

Versuch 5. Ich setzte an die Oeffnung *P*, (Fig. 1,) eine cylindrische Röhre an, die 54 Linien in der

Länge, 18 Linien im Durchmeſſer, und 9 Linien weit von der Oeffnung *P* ringsum 12 kleine Löcher hatte. Als dieſe Löcher geöffnet waren, floſſen vier Kubikfuſs Waſſer in 41″ heraus, gerade wie durch die Oeffnung der dünnen Platte. Nicht ein Tropfen ſickerte durch die Löcher, der Waſſerſtrahl füllte aber die Röhre nicht. Man ſtopfte darauf ein Loch nach dem andern mit naſſem Leder zu. So lange noch ein Loch offen war, blieb der Ausfluſs derſelbe; da aber endlich alle 12 Löcher feſt verſtopft waren; füllte der Waſſerſtrahl die ganze Röhre aus, und man erhielt die vier Kubikfuſs Waſſer in 31″.

Verſuch 6. An eine cylindriſche Röhre *KLV*, (Fig. 6,) welche wiederum 18 Linien im Durchmeſſer und 57 Linien in der Länge hatte, wurde 8 Linien weit von *K* die Glasröhre *QRST* angebracht, deren unteres Ende im Gefäſse *T* in gefärbtem Waſſer ſtand. Nachdem ich dieſen Apparat an die Oeffnung *P*, (Fig. 1,) angeſetzt hatte, floſſen vier Kubikfuſs Waſſer wiederum in 31″ aus; dabei ſtieg aber das gefärbte Waſſer in der Röhre *TR* bis nach *S*, 24 Zoll hoch über der Oberfläche des Waſſers in *T*, hinan.

Ich verkürzte darauf den Arm *RT* der Glasröhre, ſo daſs er nur um ſechs Zoll länger als *RQ* blieb. Nun ſtieg das gefärbte Waſſer beim Ausfliefſen die ganze Glasröhre *TRQ* hinan, vermiſchte ſich mit dem durch *KV* ſtrömenden Waſſerſtrahle,

und

und floſs mit demſelben durch V ab, ſo daſs in kurzer Zeit das Gefäſs T ausgeleert war.

Als ich dieſen Verſuch mit der zuſammengeſetzten Röhre, Fig. 5, wiederholte, blieben die Reſultate dieſelben.

Verſuch 7. Nunmehr ſetzte ich die vorige cylindriſche Röhre KLV, (Fig. 6,) in einer aufwärts gehenden, faſt vertikalen Lage vor die Oeffnung R, (Fig. 8,) an den Kaſten HI an, deſſen offenes Ende H mit dem Waſſerbehälter X, (Fig. 1,) in freier Verbindung ſtand. Die Höhe des Waſſerſtandes in dieſem Behälter, über dem obern Ende V der angeſetzten Röhre, betrug 27,5 Zoll. Dieſe Röhre war ein klein wenig geneigt, damit der ausflieſsende Strahl nicht auf ſich ſelbſt zurückfiel. Die Glasröhre QRT, (Fig. 6,) ward in dieſer Lage ſo eingerichtet, daſs ſie, wie vorher, in das gefärbte Fluidum T ſenkrecht hinabhing. Als ich nun das Ventil öffnete, floſſen vier Kubikſchuh in 34″ ab. Das gefärbte Fluidum ſtieg in der Röhre RT bis zu der Höhe von beinahe 20 Zoll. Durch eine 18 Zoll weite Oeffnung in einer dünnen Platte würden bei einem gleich hohen Waſſerſtande von 27,5 Zoll vier Kubikfuſs in 45″ ausgeſtrömt ſeyn.

Verſuch 8. In einem cylindriſchen Gefäſse, das 4,5 Zoll weit war, wurde, unweit des Bodens, in die ſenkrechte Seitenfläche eine Blechplatte mit einer kreisförmigen Oeffnung von 4,5 Zoll Durchmeſſer eingeſetzt. Als dieſes Gefäſs, bis zu einer Höhe von 8,3 Zoll über dem Mittelpunkte der Oeffnung,

mit Waſſer gefüllt wurde, fiel das Waſſer beim Ausfliefsen durch die Oeffnung um 7 Zoll in einer Zeit von 27″,5. Da ich aber an dieſe Oeffnung eine eben ſo weite, 11 Linien lange cylindriſche Röhre anſetzte, ſenkte ſich dieſelbe Waſſermenge um 7 Zoll in 21″.

Ich wiederholte in der Folge den Verſuch unter einem Recipienten der Luftpumpe, in welchem das Queckſilber nur noch 10 Linien hoch ſtand, und hier ſenkte ſich die Oberfläche des Waſſers im Gefäſse um 7 Zoll, ſtets in der Zeit von 27″,5, gleich viel, ob die Oeffnung blofs von einer dünnen Platte gebildet oder mit einer cylindriſchen Hülfsröhre verſehen war.

Bei dem 6ten und 7ten Verſuche miſst die Höhe des gefärbten Waſſers in der Glasröhre die active Gröſse des Luftdrucks, die ſich über die Oberfläche des Waſſers im Behälter *X* verbreitet, um den Ausfluſs zu vermehren. *) Alsdann hätte man aber z. B. beim ſechsten Verſuche 32,5 + 24 Zoll Waſ-

*) Wir werden nämlich ſogleich ſehen, daſs beim Ausfluſſe durch ſenkrechte Röhren oder durch Oeffnungen, die gegen die Weite des Gefäſses eine beträchtliche Gröſse haben, der Luftdruck thätig wird. Er hält das Waſſer im Gefäſse ſtetig beiſammen, und drückt gegen die Oeffnung gerade ſo ſtark, als von oben auf die oberſte Waſſerſchicht des Behälters. Den gegen die Oeffnung wirkſamen Luftdruck miſst das gefärbte Waſſer in der Glasröhre unmittelbar, und mithin auch mittelbar den auf der Oberfläche des Behälters *X* activen Luftdruck. *d. H.*

ſerſtand, über der Mündung P, bei der Berechnung der Geſchwindigkeit des Ausſtrömens durch dieſe Mündung, in Anſchlag zu bringen, und in der That verhält ſich auch faſt $\sqrt{32,5} : \sqrt{56,5} = 31'' : 41''$, wie es die allgemeine Theorie von der Bewegung flüſſiger Körper, die durch eine kleine Oeffnung aus Gefäſsen herausſtrömen, fordert. Eben ſo iſt es mit dem 7ten Verſuche bewandt. *)

Daniel Bernoulli hatte den 7ten Verſuch mit hinabſteigenden und mit kegelförmigen divergirenden Röhren gemacht, und erklärte den Erfolg lediglich aus ſeiner Theorie von der Erhaltung der lebendigen Kräfte. Euler und d'Alembert machten ihm aber bemerklich, daſs ſich der Druck der Atmoſphäre mit hinein miſche. **) Ob nun gleich der Fall mit der herabgehenden Röhre von dem Falle mit der horizontalen oder aufwärts ſteigenden Röhre verſchieden iſt, ſo kann doch die Kenntniſs des erſten Falles die des zweiten erleichtern. Ueberdies finden ſich die Gründe, die in beiden Fällen wirken, oft mit einander verbunden, und es iſt nothwendig, beide genau zu kennen, um ihre Reſultate von einander zu unterſcheiden. Das iſt der Grund, warum ich mich bei dem folgenden Satze auf einen Augenblick von meinem Hauptgegenſtande entferne, und den Ausfluſs durch *hinab-*

*) Vergleiche Vince's ähnliche Verſuche, im vorigen Aufſatze, S. 408.

**) d'Alembert *Traité des fluides*, Art. 149.

gehende Röhren betrachte. Ich werde dann sogleich wider zu den horizontalen und aufwärts gehenden Röhren, und zu der Ursache des vermehrten Ausflusses durch sie, zurückkehren.

Vierter Satz.

Durch eine hinabgehende cylindrische Röhre, deren oberes Ende die Form des zusammengezogenen Wasserstrahls hat, ist der Ausfluss so groß, als es die Höhe des Wasserstandes über dem untern Ende der Röhre mit sich bringt.

Die Alten hatten bemerkt, daß eine heruntergehende Röhre den Ausfluß aus einem Gefäße vermehrt. *) Mariotte meinte, das Wasser ströme durch CQ, (Fig. 7,) mit einer Geschwindigkeit, welche beinahe die mittlere Proportionale zwischen den beiden Geschwindigkeiten sey, die zu den Höhen AB, AC gehören. **) Schon Guiglielmini suchte die Ursache dieses vermehrten Ausflusses in dem Gewichte der Atmosphäre, und behauptete, die Geschwindigkeit in CQ entspreche der ganzen Höhe AC, ***) wobei er aber mit Unrecht vor-

*) *Calix devexus amplius rapit.* Frontin. *de aquaeduct.*, Art. 36. Man sehe auch die *Pneumatica* des Hero unter den alten Mathematikern, in der Ausgabe von 1693, p. 157.

**) *Mouvement des eaux*, Part. 3, Disc. 2.

***) *Epist. hydrostatic.*; *Oper.*, Tom. I, p. 212.

ausfetzt, der Druck in *C* fey für den Zuſtand der Bewegung und für den der Ruhe einerlei. Bei ſeinen Verſuchen nahm er weder auf die Verringerung des Ausfluſſes durch die innern Ungleichheiten der Röhren, noch auf die Vermehrung, welche durch die Geſtalt der Röhren ſelbſt verurſacht wird, Rückſicht, und es war in der That ein ſonderbares Ohngefähr, daſs beide Vernachläſſigungen ſich gerade compenſirten. Seit Guiglielmini hat niemand, ſo viel ich weiſs, hierüber entſcheidendere Verſuche angeſtellt. Ich werde daher die Ausſage meines vierten Satzes aus dem Princip des virtuellen Anſteigens und aus dem Drucke der Luft ſo zu erklären ſuchen, daſs ſie weder von Seiten der Theorie noch der Erfahrung irgend einem Einwurfe ausgeſetzt bleibt.

Es ſey *BLKO* eine kegelförmige Röhre, nach der Form des verengerten Waſſerſtrahls gebildet,*) und *LCQK* eine cylindriſche Röhre vom Durchmeſſer dieſer Verengerung. Indem die Waſſerſchicht *LK* durch *LC* hinabflieſst, ſtrebt ſie, ihre Bewegung nach den Geſetzen der Schwere zu beſchleunigen, und ſucht daher, während ſie von *LK* nach *MN* geht, ſich von der nächſtfolgenden Schicht

*) Wenn ich von der *Form des verengerten Waſſerſtrahls* rede, ſo muſs man allezeit das Conoid verſtehen, das durch das Fluidum beim Herausſtrömen aus einer Oeffnung in einer dünnen Platte gebildet wird. *V.*

zu trennen, und zwischen LK und MN einen luftleeren Raum zu bilden. Dieses geschieht so in der ganzen Länge der Röhre LC. Der Druck der Luft, der an sich auf der obern Wasserfläche A und auf dem untern Ende der Röhre C gleich stark ist, wird, so viel es nöthig ist, wirksam, um diese Leere zu verhindern, indem der Druck auf A den Ausfluss vermehrt, der Druck auf C dagegen die Summe der Beschleunigungen aufhebt, die ohne dies längs LC entstehen würden, und dadurch macht, dass das Fluidum in der Röhre continuirlich bleibt.*)

*) Da die Geschwindigkeit fallender Körper nach dem Quadrate der Zeit zunimmt, so wird der Unterschied in den Geschwindigkeiten zweier nach einander fallender Wasserschichten immer grösser, und sie streben daher, sich immer weiter von einander zu entfernen. Beim Ausströmen durch die Oeffnung in einer dünnen Platte hindert nichts ihr Entfernen, da die benachbarte Luft in den Zwischenraum hineinströmt, und sie zertheilen sich in Tropfen. In einer Röhre können sich dagegen zwei Schichten nicht von einander trennen, ohne einen luftleeren Raum zwischen sich zu bilden, und dieser kann wegen des Luftdrucks von oben herab auf der obern, und von unten hinauf auf der untern Schicht nicht entstehen. Dafür wird aber dieser Luftdruck thätig, und er ist es, der bei je zwei nächsten der fallenden Wasserschichten in der Röhre, die obere beschleunigt, die untere retardirt, und zwar beide um gleiche Grösse, da er auf beide gleich stark wirkt. Nun aber kann der Luftdruck auf die mittlern Schichten lediglich durch

Es ſey t die Zeit, welche die ſtetig zuſammenhängende Waſſerſäule $LCQR$ braucht, um die Röhre LC zu durchſtrömen; gleich viel, welches die Geſchwindigkeit in L und die ſucceſſive Be-

ſeinen Einfluſs auf die oberſte oder unterſte in der Röhre wirken, und die Summe beider Wirkungen muſs, (damit nirgends eine Trennung der Schichten vor ſich geht und das Waſſer immer ſtetig die Röhre ausfülle,) genau die Beſchleunigung der Waſſertheilchen während ihres Falles durch die Röhre LC aufheben. Um die Hälfte dieſer Beſchleunigung wird folglich die oberſte Schicht beſchleunigt und die unterſte retardirt werden müſſen. Wegen der gröſsern Beſchleunigung jeder der folgenden Schichten durch die Schwere nimmt für ſie die Wirkung der Beſchleunigung des Luftdrucks auf der obern Schicht ab; eine der mittlern Schichten wird durch dieſen Druck gar nicht beſchleunigt werden; und auf die darunter befindlichen wirkt der entgegengeſetzt gerichtete Luftdruck, der die unterſte Schicht retardirt. Auf dieſe Art fällt das Waſſer in der ganzen Röhre mit gleicher Geſchwindigkeit und erfüllt ſie ſtetig.

In Gefäſsen, wo die Oeffnung im Boden, im Vergleiche mit der Weite, ſehr klein iſt, fällt dieſe Wirkung des Luftdrucks fort. Denn was den Waſſer-Cylinder, der ſenkrecht über der Oeffnung ſteht, betrifft, ſo würde dieſer allein ſich gerade ſo wie in einer Röhre verhalten; da er aber ringsum von Waſſertheilchen umgeben iſt, welche durch die kleinſte Kraft verſchiebbar ſind, ſo dringen dieſe ſogleich bei der Trennung der Schichten zwiſchen die Schichten ein, gerade ſo wie die Luft bei

ſchleunigung von L bis C iſt. Geſetzt, dieſe Waſſerſäule ſteige dann wieder von D nach E in die Höhe, ſo wird ſie in der nämlichen Zeit t den Raum $DE = LC$ durchlaufen, und dabei die ganze Beſchleunigung, die ſie von L bis C erlangt hatte, verlieren. *) Folglich wird der Druck der Säule ED die Zeit t hindurch erfordert, um die ſucceſſive Beſchleunigung, die durch den Fall von L bis C erlangt wird, zu vernichten und den Waſſerſtrahl in der Röhre LC ſtetig beiſammen zu erhalten. Mit-

dem Waſſerſtrahle, der ſich in Tropfen zertheilt. Daher geſchieht in dieſem Falle der Ausfluſs in der Stelle der gröſsten Verengerung mit einer Geſchwindigkeit, welche zum Waſſerſtande als Fallhöhe gehört, (ſ. S. 404.) Das Hineinſtrömen der Seitentheilchen iſt am Boden am ſtärkſten, wo der Unterſchied in der Geſchwindigkeit zweier auf einander folgender Waſſerſchichten am gröſsten iſt; und dadurch wird die Verengerung des ausflieſsenden Strahls bewirkt, welcher bei einer Röhre, wo alle Schichten gleiche Geſchwindigkeiten haben, nicht ſtatt findet.

Hat die Oeffnung am Boden gegen die Weite des Gefäſses eine beträchtliche Gröſse, ſo ſind der Seitentheilchen nicht genug vorhanden, daſs nicht durch ihr Abflieſsen auch eine Trennung der Waſſerſchichten bewirkt werden, und mithin der Luftdruck wirkſam werden ſollte; daher denn der Ausfluſs mit einer geringern Geſchwindigkeit geſchehen muſs. *d. H.*

*) Aus dem nämlichen Grunde, warum das bei dem von der Schwere auf eine ähnliche Art beſchleunigten Pendel der Fall iſt. *d. H.*

hin mufs der Theil des Luftdrucks auf CQ, der dazu dient, die Summe der Beſchleunigungen durch LC aufzuheben, dem Drucke der Waſſerſäule ED gleich ſeyn. Und da ſich der nämliche Druck auf die obere Waſſerfläche A äufsert, und dieſe um gerade ſo viel beſchleunigt, als er die letzte Waſſerſchicht CQ retardirt; ſo wird, wenn wir $FA = LC$ ſetzen, das Fluidum LK die Geſchwindigkeit haben, die der Höhe $FL = AC$ zukommt; abgeſehen von der Verzögerung, welche die innern Ungleichheiten der Röhre $LCQK$ hervorbringen könnten. *)

*) Venturi's Erklärung läuft alſo auf folgendes hinaus. Der Luftdruck auf die obere Waſſerfläche A und auf die untere C iſt an ſich gleich groſs, ſo daſs er im Stande der Ruhe den Druck der Waſſerſäule AC auf CQ weder vermehrt noch vermindert. Sobald aber das Waſſer anfängt zu fallen, wird ein Theil des untern Luftdrucks dazu verwandt, die Beſchleunigung der Waſſerſchichten aufzuheben, hört alſo auf, dem ihm entſprechenden Theile des Drucks auf die obere Waſſerfläche A das Gleichgewicht zu halten. Dieſes vermehrt daher nun den Druck der geſammten Waſſermaſſe, und es erfolgt alles ſo, als wenn bei gleich wirkſamen Luftdruck von oben und von unten nun in dem Gefäſse das Waſſer bis F ſtünde.

Dieſe Erklärung entſpricht den Gründen der vorigen Anmerkung, bis auf einen Punkt, in welchem ſich Venturi geirrt zu haben ſcheint, wenn er nämlich behauptet, der Luftdruck auf der unterſten Schicht hebe die *ganze* Beſchleunigung der

Verſuch. 1. Aus einer kreisförmigen Oeffnung, von 18 Linien im Durchmeſſer, floſſen durch die Platte *P*, (Fig. 1,) bei einem Waſſerſtande von 40 Zoll, über dem Mittelpunkte der Oeffnung, vier Kubikſchuh Waſſer in 38″ ab.

2. Als ich darauf an die Oeffnung *P* eine 18 Zoll lange Röhre *ACD*, (Fig. 4,) horizontal anſetzte, deren vorderes Ende *AC* die Geſtalt des zuſammengezogenen Waſſerſtrahls und in *A* einen Durchmeſſer von 18 Linien hatte, geſchah der Ausfluſs von vier Kubikſchuh Waſſer in 48″. *)

3. Unter dem horizontalen Boden des Waſſerbehälters, (Fig. 7.) angebracht, ſo daſs die Röhre ſenkrecht hinabging, floſſen aus ihr, bei einer Waſſerhöhe *AC* über der untern Oeffnung der Röhre,

Schichten während ihres Falles durch die Röhre auf, und eben ſo groſs ſey der Luftdruck auf die oberſte Schicht. Wie wir geſehen haben, hebt der untere Luftdruck nur die *halbe* Beſchleunigung auf, und mit dieſer halben Beſchleunigung wirkt auch nur der Luftdruck von oben. Ob wohl auch bei dieſem Umſtande der Ausfluſs durch *LK* von einer Waſſerhöhe *FL* = *AC*, und durch *CQ* beim Waſſerſtande *AC* gleich iſt? *d. H.*

*) Daſs dieſe Zeit nicht, wie in Verſuch 3, kürzer, als beim Ausfluſſe aus der bloſsen Oeffnung ohne Röhre war; das liegt an der Länge der Röhre, die in Verſuch 3 nur 4 Zoll 10 Linien, hier aber 18 Zoll betrug, wie das Venturi weiter unten genügend erklärt. *d. H.*

die, gleich der vorigen, 40 Zoll betrug, gerade wie zuvor, vier Kubikfchuh in 48″ aus.

Verfuch 10. Ich wiederholte diefen Verfuch mit einer kreisförmigen Oeffnung von 11,2 Linien im Durchmeffer, und mit einer vor fie angepafsten Röhre, von Fig. 4, unter den nämlichen Umftänden wie im vorigen Verfuche. Es floffen vier Kubikfchuh Waffer, das erfte Mahl in 98″, das zweite Mahl in 130″, und das dritte Mahl in 129″ aus.

Da bei jedem diefer beiden Verfuche im zweiten und dritten Falle, durch diefelben Röhren, ein gleich grofser Ausflufs erfolgte; fo mufste jedes Mahl in beiden Fällen eine gleiche Kraft den Ausflufs bewirken. Nun aber ift diefe Kraft in den beiden erften Fällen, d. h., bei einer blofsen Oeffnung, und bei einer davor gefetzten horizontalen Röhre, von Fig. 4, diefelbe; folglich wirkt auch einerlei Kraft im erften und dritten Falle. Dafs aber deffen ungeachtet die Gefchwindigkeit, womit der Ausflufs im erften und in den beiden andern Fällen gefchieht, verfchieden ift; das liegt in der Verzögerung, welche in Röhren durch ihre innern Ungleichheiten hervorgebracht wird. *)

Verfuch 11. Die Waffethöhe *AB*, (Fig. 7,) blieb während diefes Verfuchs unverändert 32,5 Zoll, die Oeffnung *BO* 18 Linien im Durchmeffer, und die davor gefetzte *hinabgehende* Röhre *BOCQ* hatte die Form des verengerten Waffertrahls. In-

*) Vergleiche Verfuch 3. *d. H.*

dem ihre Länge vergrößert wurde, verminderte sich die Zeit des Ausflusses von vier Kubikfuss Wasser folgendermafsen:

Länge der Röhre *BC*, in Zollen.	Zeit des Ausflusses von 4 Kubikfuss Wasser, nach der Erfahrung.	Zeit des Ausflusses von 4 Kubikfuss Wasser, nach d. Theorie, abgesehen von den Verzögerungen.	Differenz zwischen Erfahrung und Theorie.	Verzögerungen, nach Versuch 12 berechnet.
3	41″	40″	1″	1″,3
12	38″	35″,2	2″,8	3″,4
24	35″	31″,2	3″,8	5″

Die fünfte Columne dieser Tabelle ist den Verzögerungen proportional berechnet, die in dem folgenden Versuche durch die innern Ungleichheiten der Röhren erzeugt wurden. Bossut bemerkte,*) dafs diese Verzögerungen nach einem etwas geringern Verhältnisse als die Geschwindigkeiten des Ausströmens wachsen; und das ist vielleicht der Grund des Unterschiedes, den man zwischen der vierten und fünften Columne bemerkt.

Versuch 12. Ich brachte an die Oeffnung *P*, (Fig. 1,) die Röhren des vorhergehenden Versuchs nach einander in einer *horizontalen* Lage an. Die Höhe des Wasserstandes war jederzeit 32,5 Zoll über dem Mittelpunkte der Oeffnung.

Länge der Röhre *BC* in Zollen.	Zeiten, worin 4 Kubikfuss ausflossen.	Differenzen, (durch die Länge der Röhre bewirkt.)
0	41″	0
3	42″,5	1″,5
12	45″	4″
24	48″	7″

*) Bossut *Hydrodyn.*, Art. 622.

Ich muſs hier noch bemerken, daſs die Cohäſion der Waſſertheilchen unter einander auf die Verſtärkung des Ausfluſſes, wenn vor die Oeffnung *BO*, (Fig. 7,) die Röhre *BC* angeſetzt wird, nur ſehr wenig Einfluſs haben kann.*) Denn wenn man bei *K* ein Loch macht, ſo wird dieſe Vermehrung geringer oder hört ganz auf, und das Waſſer nimmt die Röhre nicht mehr continuirlich ein.

Jetzt wollen wir die Röhren wieder in *horizontaler* und *aufwärts gehender* Lage betrachten.

Fünfter Satz.

In einer koniſchen Hülfsröhre vermehrt, welches auch ihre Richtung iſt, der Luftdruck den Ausfluſs, in dem Verhältniſſe des äuſsern Schnitts der Röhre zum Schnitte des verengerten Waſſerſtrahls, wofern nur die Form der Röhre in ihrem ganzen Innern die Seitenmittheilung der Bewegung zuläſst.

Wir haben oben geſehen, (Satz 3,) daſs der Druck der Atmoſphäre den Ausfluſs durch angeſetzte Röhren vermehrt, wie auch ihre Stellung ſeyn mag. Jetzt kommt es darauf an, die Art und Weiſe zu unterſuchen, wie die Atmoſphäre bei dieſer Vermehrung wirkt, und das Reſultat dieſer Wirkung jenem Verſuche gemäſs zu beſtimmen. Ich fange mit dem Falle an, der ſich am meiſten dazu eignet,

*) s'Graveſande und Andere haben die Vermehrung des Ausfluſſes durch abwärts gehende Röhren, der natürlichen Cohäſion der Waſſertheilchen zugeſchrieben. V.

die Wirkung der Atmoſphäre zu befördern, nämlich mit dem Ausfluſſe durch koniſche divergirende horizontal geſtellte Röhren; eine Geſtalt, die wir noch nicht betrachtet haben.

Es werde vor die Oeffnung der dünnen Platte *P* das Ende *AB* einer Röhre *AEBF*, (Fig. 10,) angeſetzt. Der Theil *ABCD* entſpricht beinahe der Form des verengerten Waſſerſtrahls, und ändert daher, wie wir geſehen haben, den Ausfluſs nicht merklich, (Verſuch 4.) Der Waſſerſtrahl, der durch *CD* hervorſtrömt, ſollte ſeinen Weg in der cylindriſchen Geſtalt *CDHG* fortſetzen. Aber wenn die zur Seite liegenden Theile *CEG*, *DFH* der koniſch divergirenden Röhre, Waſſer im Zuſtande der Ruhe enthalten; ſo wird der cylindriſche Strahl *CDHG* ſeine Bewegung den Seitentheilen, (erſt den nähern, dann den fernern,) nach und nach mittheilen, (Satz 1:) und wofern die Divergenz der Seiten *CE*, *DF* die iſt, bei welcher die geſchwindeſte und vollſtändigſte Seitenmittheilung der Bewegung ſtatt findet; ſo wird das ganze Fluidum in dem abgekürzten Kegel *CDEF* endlich die Geſchwindigkeit des durch *CD* hervorſtrömenden Waſſerſtrahls annehmen. Bei dieſer Vorausſetzung würde, während die Waſſerſchicht *CDQR* mit unveränderter Geſchwindigkeit und Dicke nach *RQTS* ſtrömte, eine Leere in der körperlichen Zone *RmrSQnoT* entſtehen. Oder geſetzt, die Schicht *CDQR* breite ſich, indem ſie ihre progreſſive Geſchwindigkeit behält, in *RQTS*

aus; ſo könnte das nicht anders geſchehen, als indem ihre Dicke verringert, mithin dieſe Schicht von der folgenden getrennt, und zwiſchen beiden eine Leere erzeugt wird, die der erwähnten Zone gleich iſt. Das nämliche würde in der ganzen Länge der Röhre *CE* geſchehen; und nimmt man die Dicken *Cm* conſtant an, ſo würde die Summe aller dieſer leeren Räume der körperlichen Zone *VExGzfFH* gleich ſeyn.

Aus dieſer Betrachtung erhellet, daſs die Seitenmittheilung der Bewegung in einer koniſchen Röhre, die horizontal oder vertikal liegt, die nämliche Wirkung hervorbringt, welche die Schwere in der abwärts gehenden Röhre des vierten Satzes bewirkt. Die Atmoſphäre macht auch hier einen Theil ihres Drucks auf das Behältniſs und auf *EF* wirkſam. Wenn die Wirkſamkeit der Atmoſphäre auf das Behältniſs die Geſchwindigkeit der Schicht *CD* um ein Gewiſſes vermehrt, ſo wird ſich dieſe Geſchwindigkeit dem ganzen Fluido *CDFE* mittheilen, und das Streben nach der Leere wird ſtatt finden, wie vorher. — Da aber die Wirkſamkeit der Atmoſphäre ſich auf gleiche Weiſe über *EF* ausbreitet, ſo wird ſie in *EF* dem Waſſer die ganze Geſchwindigkeit rauben, welche durch ihren Druck in *CD* entſtand. Es kommt dabei nur auf eine Vermehrung der Geſchwindigkeit in *CD* an, welche, indem ſie zu gleicher Zeit derſelben Maſſe in *EF* wieder entzogen wird, das Fluidum in der Röhre continuirlich beiſammen erhält. Man findet durch

Rechnung, dafs dieſes geſchieht, wenn die Geſchwindigkeit von D in dem Verhältniſſe von CD^2 zu EF^2 vermehrt wird.

Wenn man die allgemeinen Geſetze der Bewegung auf die Seitenadern des durch AB herausſtrömenden Waſſerſtrahls anwendet; ſo zeigt ſich, dafs ſie ſich beſtreben, eine krumme Linie zu beſchreiben, welche innerhalb des Waſſerbehälters, z. B. in A, anfängt, und gegen CSE fortgeht. Um die Natur dieſer krummen Linie zu beſtimmen, müſste man die gegenſeitige Convergenz der Waſſeradern in AB, das Geſetz der Seitenmittheilung der Bewegung zwiſchen dieſen Adern ſelbſt, und ihr divergirendes Fortſchreiten von C nach E kennen und in Rechnung bringen; Rechnungen, welche das ganze Vermögen der Analyſis überſteigen dürften. Ehe nicht die Röhre $ABFE$ die Geſtalt dieſer krummen Linie, welche die Natur ſelbſt vorſchreibt, erhält, wird die Erfahrung jederzeit mehr oder weniger unter dem bleiben, was die Theorie giebt.

Verſuch 13. Ich ſetzte vor die Oeffnung P, bei 32,5 Zoll Waſſerſtand, die zuſammengeſetzte Röhre $ABFE$, (Fig. 10,) worin $AB = EF$ 18; AC 11; CD 15,5; und CG 49 Linien hielt: und vier Kubikſchuh Waſſer floſſen aus in 27″,5.

Die Oeffnung einer dünnen Platte gab, wie wir geſehen haben, unter den nämlichen Umſtänden, vier Kubikſchuh Waſſer in 41″. (Verſuch 3.) Da nun der Waſſerſtrahl 0,64 der Oeffnung weit war, ſo müſste, zufolge dieſes fünften Satzes,

Satzes, der Ausfluſs aus der Röhre *ABFE* in 26″, 24 erfolgt ſeyn. Der Verſuch weicht davon nur um 1″, 26 ab.

Verſuch 14. Ich ſetzte zwiſchen die beiden kegelförmigen Röhren des vorigen Verſuchs eine cylindriſche Röhre, die 3 Zoll lang war und 15,5 Linien im Durchmeſſer hatte, wie ſie in Fig. 12 abgebildet iſt. Dieſe Röhre verzögerte den Ausfluſs um eine Sekunde; er geſchah in 28″, 5.

Verſuch 15. An eine Röhre, (Fig. 11,) worin das koniſche Stück *ABCD* dieſelben Dimenſionen als vorhin hatte, und das Stück *CDFE* 78 Linien lang und in *EF* 23 Linien weit war, brachte ich drei Glasröhren an; die erſte *DX* in der Verengerung *CD*, und in der Entfernung von 26 Linien von ihr und von einander, die beiden andern *NY* und *OZ*. Das untere Ende dieſer drei Röhren ſtand in einem Gefäſse mit Queckſilber *Q*. Während des Ausfliefsens ſtieg das Queckſilber in der Röhre *DX* 53, in *NY* 20,5, und in *OZ* 7 Linien hoch; welches mit einer Waſſerhöhe von 62 Zoll in *DX*, von 24 Zoll in *NY* und von 8,1 Zoll in *OZ* übereinkommt. Dabei floſſen an Waſſer vier Kubikſchuh in 25″ aus.

Ich ſchnitt das Stück *PNFE* der Röhre ab; das übriggebliebene *ABNP* gab den nämlichen Ausfluſs in 31″.

In der abgekürzten kegelförmigen Röhre *ACPBDN* iſt das Verhältniſs des Schnitts *PN* zum Schnitte des verengerten Waſſerſtrahls, (der

0,64 des Schnitts AB betrug;) gleich 41 : 36. Der Verſuch gab alſo bei der letztern abgekürzten Röhre einen Ausfluſs, der nur um 1″ langſamer war, als er es nach der Theorie ſeyn ſollte.

Bei der unverkürzten Röhre $CDFE$ hat man $\sqrt{(62 + 32{,}5)} : \sqrt{32{,}5} = 41'' : 24''$. Der Unterſchied der Waſſerhöhe in den beiden Röhren DI, NY, welcher 38 Zoll beträgt, muſs von der Bewegung des Fluidi von C nach P herrühren; er iſt um $\frac{1}{11}$ geringer als nach der Theorie. Dieſer Ausfall nimmt noch zu in den Theilen PQ, QE, und das zwar deshalb, weil der Waſſerſtrahl von CD an hinabgeht, daher die Seitenmittheilung der Bewegung in der nämlichen Schicht nicht mehr auf eine gleichförmige Art erfolgt. Die verſchiedenen Theile des Waſſerſtrahls nehmen unregelmäſsige Bewegungen an, und bilden ſelbſt Wirbel im Innern der Röhre, wobei der Strahl ungleichförmig, in ſtärkern und ſchwächern Sprüngen, und zerſtreuet herausgeht. Dieſe unregelmäſsigen Bewegungen, die ſich um ſo ſtärker äuſsern, je länger die Röhre und je weiter ihre Oeffnung iſt, möchte man ſchwerlich auf irgend eine Theorie zurückführen können, und es bleibt uns daher nur übrig, ihre Wirkungen durch Verſuche genauer zu beſtimmen.

Verſuch 16. Ich gab der Röhre $CDFE$, (Fig. 11,) 148 Linien in der Länge, und dem Durchmeſſer EF 27 Linien. Das Uebrige blieb wie im vorigen Verſuche. Vier Kubikſchuh Waſſer floſſen aus in 21″; die Ungleichheit und Unre-

gelmäſsigkeit in der Bewegung des Waſſerſtrahls waren bei dieſem Verſuche gröſser als bei dem vorhergehenden.

Die Röhre *CDFE* über 148 Linien zu verlängern, war unnütz; der Strahl erfüllte alsdann den Theil der Röhre nicht, der über dieſe Länge hinzugefügt war, und die Zeit des Ausfluſſes blieb immer 21″. Dieſer Ausfluſs iſt beinahe noch einmahl ſo groſs, als der Ausfluſs, der durch die Oeffnung der dünnen Platte geſchah, und der gröſste, den ich bei einer Waſſerhöhe von 32,5 Zoll, durch hinzugeſetzte Röhren, deren Achſe horizontal lag, je habe erreichen können.

Zwar brachte ich es dahin, daſs die vier Kubikſchuh aus der Röhre *CDFE*, als ich ſie in horizontaler Lage bis auf 204 Linien verlängert hatte, in 19″ ausfloſſen. Zu dem Ende muſste ich aber in das Innere der Röhre bei *O* etwas Hervorragendes ſetzen, welches den Waſſerſtrahl hinaufzuſpringen, und ſo die ganze Röhre auszufüllen zwang.

Verſuch 17. Ich nahm eine ſtärker divergirende horizontale Röhre *CDFE*, (Fig. 11;) ſie war 117 Linien lang und bei *EF* 36 Linien im Durchmeſſer; das Uebrige blieb wie vorher. Der Ausfluſs geſchah in 28″, und der Strahl erfüllte nicht den ganzen Schnitt *EF*. Der Erfolg war der nämliche, wenn man nach und nach die Röhre abſchnitt, bis *CE* nicht länger als 20 Linien blieb und der äuſsere Durchmeſſer nur 18 Linien enthielt.

Dann erfüllte der Strahl die ganze Röhre, und der Ausfluſs geſchah ebenfalls in 28″.

Als ich CE 20 Linien Länge gab, und den äuſsern Durchmeſſer EF bis zu 20 Linien erweiterte, machte ſich der Waſſerſtrahl von den Wänden der Röhre los, und der Ausfluſs von vier Kubikfuſs erfolgte in 42″, wie in Verſuch 6.

Dieſe Verſuche belehren uns, daſs, wenn man die Divergenz der Wände der Röhre abändert, es in der Seitenmittheilung der Bewegung ein *Minimum* und *Maximum* von Effekt giebt. Das *Minimum* iſt durch den letzten Verſuch beſtimmt. Es ſcheint, die Seitenmittheilung hört auf, ihre Wirkung zu äuſsern, wenn die beiden Seiten der Röhre unter ſich einen Winkel machen, der gröſser iſt als 16°. Der 15te Verſuch beſtimmt nahe das *Maximum* der Wirkung, welches ſtatt findet, wenn jener Winkel ungefähr 3° faſst. Vielleicht, daſs dieſe Grenzen auch von irgend einer Funktion der Geſchwindigkeit mit abhängen.

Sechster Satz.

In den cylindriſchen Röhren iſt der Ausfluſs geringer als in den koniſchen, die mit ihnen denſelben Enddurchmeſſer haben, dabei aber von dem Punkte an, wo der Waſſerſtrahl ſich am ſtärkſten zuſammenzieht, divergiren.

Die allgemeine Theorie iſt für beide Geſtalten der Röhre einerlei; allein der Verluſt von lebendiger Kraft iſt in den cylindriſchen gröſser, und die Wir-

kung, die aus der Mittheilung der Bewegung in dieſen Röhren entſteht, kann ſich ſeinem *Maximum* nicht nähern, wie das in den kegelförmigen der Fall iſt. Die Röhre *ACNM*, (Fig. 5,) habe in *ACFD* die Geſtalt des verengerten Waſſerſtrahls, und der cylindriſche Theil *GINM* den Durchmeſſer *MN*, gröſser als *DF*. Aus dem, was beim vorigen Satze geſagt iſt, ſieht man ein, daſs die Seitenmittheilung der Bewegung eine Leere in der körperlichen Zone *ROISXQTZ* zu bewirken ſtrebt. Wenn in dieſer Röhre die Bewegung den Seitentheilchen vollkommen mitgetheilt würde, ſo müſste der Druck der Atmoſphäre, um die Leere zu hindern, die Geſchwindigkeit des verengerten Waſſerſtrahls *CD* in dem Verhältniſſe von DF^2 zu MN^2 vergröſsern.

Allein die cylindriſche Geſtalt der Röhre hebt jederzeit einen anſehnlichen Theil dieſer Wirkung auf. Denn indem die kleinen Waſſeradern *AD* durch die krumme Linie *DR* fortſtrömen, ſtoſsen ſie plötzlich auf die Seiten der Röhre *GM* in *R*, und verlieren dort einen Theil ihrer Bewegung. Es entſtehen in dem Raume *GDR* Wirbel, wie in einem Becken, in welches das Waſſer durch einen Kanal einflieſst, und jeder dieſer Wirbel iſt ein Effekt, der verloren geht, und verringert den Ausfluſs. Daher kommt es, daſs in cylindriſchen Röhren der Ausfluſs weit weniger, als nach dem Verhältniſſe von DF^2 zu MN^2 vermehrt wird.

Verſuch 18. Man kann ſich einen Begriff von dieſen Stöſsen und Wirbeln im Innern der cylindriſchen Röhre, und von deren Wirkung auf den Ausfluſs des Waſſers machen, wenn man die Zeit des Ausfluſſes aus verſchiedenen horizontalen Hülfsröhren, wie ſie hier zuſammengeſtellt iſt, erwägt. Alle dieſe Röhren hatten in ihren beiden äuſserſten Enden einen Durchmeſſer von 18 Linien, in ihrer Achſe eine Länge von 5 Zoll, und an ihrem innern Ende eine kegelförmige Röhre, in Geſtalt des verengerten Waſſerſtrahls, die Röhre in Fig. 6 ausgenommen. Die Höhe des Waſſerſtandes war ſtets 32,5 Zoll über dem Mittelpunkte der Oeffnung.

Es floſſen aus dem Waſſerbehälter *X*, Fig. 1, vier Kubikfuſs Waſſer aus: in Zeit von

durch die Mündung in einer dünnen Platte *P*	41″
durch eine einfache cylindriſche Röhre, wie Fig. 6, — — —	31″
durch eine Röhre, geſtaltet wie Fig. 5, —	31″
durch dieſelbe Röhre, als das Stück *DFIG* minder divergent gemacht wurde,	30″
durch eine Röhre, wie Fig. 9, —	32″,5
durch die koniſche Röhre Fig. 10 —	27″,5
durch die Röhre Fig. 5, wenn das Stück *GINM* 23,5 Linien weit und 84 Linien lang, alles übrige wie vorher war —	27″.

Vielleicht wird man fragen, ob in dem Innern der einfachen cylindriſchen Röhre *KLV*, (Fig. 6,) die nämliche Vergröſserung der Geſchwindigkeit und die nämliche Verengerung des Waſſerſtrahls,

wie in der zuſammengeſetzten Röhre, Fig. 5, ſtatt finde? Nach den von mir aufgeſtellten Grundſätzen zu urtheilen, hat *erſtens* der Schnitt *KL*, (Fig. 6,) die nämliche vergröſserte Geſchwindigkeit, als, (nach Satz 2,) der Schnitt *AC* in einer nach Fig. 5 geſtalteten Röhre. Denn es kommt hier zum Drucke des Waſſers im Behälter der Luftdruck hinzu, welcher in Verſuch 6 und 7 die gefärbte Flüſſigkeit aus dem Glaſe *T* in der Röhre *TR* emportrieb. *Zweitens* muſs auch die Richtung der flüſſigen Theile, die durch dieſe Schnitte hindurchſtrömen, in beiden Fällen die nämliche ſeyn, weil ſie bloſs von dem Impuls abhängen kann, den die Waſſertheilchen in dem Innern des Behälters bekommen, und dieſes iſt für beide Fälle derſelbe. Sobald endlich *drittens* in Fig. 6 die flüſſigen Theile durch den Schnitt *KL* hindurch ſind, äuſsert ſich in ihnen ſogleich die Seitenmittheilung der Bewegung; und bevor ſie zu der Stelle der gröſsten Verengerung des Waſſerſtrahls kommen, zu der ſie ſonſt in *DF*, (Fig. 5,) gelangen würden, und beim Ausfluſſe einer dünnen Platte wirklich gelangen, weichen ſie ſeitwärts in der krummen Linie *Lxz* aus. Und zwar geſchieht das mit derſelben vermehrten Geſchwindigkeit, worin in Röhren durch den activ werdenden Luftdruck Waſſer ausſtrömt. Daraus entſtehen dann Stöſse und Wirbel in der angeſetzten cylindriſchen Röhre, welche jederzeit einen Theil der lebendigen Kraft des Fluidums zerſtören.

Iſt dieſes der Fall, ſo kann der Waſſerſtrahl aus der Röhre nie mit der Geſchwindigkeit ausſtrömen, die

er vermöge des Waſſerſtandes im Behälter annehmen ſollte, und die ſich beim Ausfluſſe aus der Oeffnung einer dünnen Platte wirklich faſt ganz vorfindet. *) Der folgende Verſuch zeigt, daſs dieſes in der That der Fall iſt, und daſs die Verminderung der Geſchwindigkeit, mit der das Waſſer aus der Röhre hervor kommt, der Zeit entſpricht, um welche der Ausfluſs nach der Erfahrung länger dauert, als er nach der Theorie dauern ſollte.

Verſuch 19. Als das Waſſer bei P, (Fig. 1,) bloſs aus der Oeffnung einer dünnen Platte ausſtrömte, und die ſenkrechte Höhe PM 54 Zoll betrug, war die horizontale Weite MN, durch die der Waſſerſtrahl ſprang, 81,5 Zoll. Nachdem an die nämliche Mündung die cylindriſche Röhre Fig 5 angeſetzt war, betrug dieſe horizontale Weite, vom Perpendikel durch das äuſsere Ende der Röhre angerechnet, 69 Zoll. Nach der Theorie ſollte der Ausfluſs von vier Kubikſchuh durch dieſe Röhre in

*) Beim Austritte aus der Röhre wirkt der Luftdruck, der das Waſſer in der Röhre ſtetig beiſammen hält, der Richtung des Strahls entgegen, und retardirt ihn um eben ſo viel, als er die oberſte Schicht beſchleunigte. Daher die geringere Geſchwindigkeit beim Ausfluſſe im Vergleiche mit einer kleinen Oeffnung, bei der die Retardation nicht ſtatt findet. Als zweiter Grund geſellt ſich dazu das von Venturi angegebene Anſtoſſen der Waſſerfadern gegen die Seiten der Röhre. d. H.

26″,24 erfolgen, er erfolgte aber in 31″, und es verhält ſich beinahe 31″ : 26″,24 = 81,5 : 69.

Das nämliche findet bei einem Verſuche ſtatt, den Michelotti, (Tom. 2, p. 22 und 23,) anſtellte. Da *PM* 19,33 Fuſs betrug, und das Waſſer aus der Oeffnung einer dünnen Platte ausſtrömte, war *MN* 23,2 Fuſs; hingegen nur 20 Fuſs, da man vor die Oeffnung eine cylindriſche Röhre anſetzte, die nicht einmahl die ſchickliche Länge hatte.

Dieſe Theorie von der Seitenmittheilung der Bewegung läſst ſich gerade ſo auf herunter gehende und aufwärts ſteigende Röhren anwenden, ſo oft die Form dieſer Röhren die Seitenmittheilung zuläſst. In den herunter gehenden Röhren muſs man die Vergröſserung des Ausfluſſes, der hierdurch verurſacht wird, zu dem, den die Beſchleunigung der Schwere hervorbringt, und deſſen Gröſse wir im vierten Satze beſtimmt haben, hinzufügen; in den aufwärts ſteigenden Röhren davon abziehen, da ihnen die Schwere der Seitenmittheilung der Bewegung entgegen wirkt. Der ſiebente *Verſuch* gehörte für aufwärts ſteigende Röhren; hier noch mehrere andere, für beide Lagen der Ausfluſsröhre.

Verſuch 20. Ich ſetzte die Röhre *ABFE*, Fig. 11, (Verſuch 15,) an die Stelle der hinabgehenden Röhre *BCQO* in Fig. 7. Die Höhe des Waſſers in dem Behälter über dem untern Ende der Röhre war 41,5 Zoll; vier Kubikſchuh Waſſer floſſen aus in 22″.

Ich brachte die nämliche kegelförmige Röhre *ABFE* an die Oeffnung *R* in Fig. 8, um einen aufwärts gehenden ein wenig geneigten Strahl zu erhalten; die Waſſerhöhe des Behältniſſes über dem obern Ende der Röhre war 23 Zoll, und der Ausfluſs von vier Kubikſchuh Waſſer geſchah in 30″.

Die Zeit des Ausfluſſes in Verſuch 15 war 25″. Vergleicht man dieſe mit der hier gefundenen Zeit, ſo iſt beinahe $\sqrt{41,5} : \sqrt{32,5} = 25'' : 22''$. Und $\sqrt{23} : \sqrt{32,5} = 25'' : 30''$.

Verſuch 21. Eine dünne Platte, mit der kreisförmigen Oeffnung von 4,5 Linien im Durchmeſſer, war in *R*, (Fig. 8,) ſo angebracht, daſs der heraus ſpringende Strahl ein wenig von der Vertikallinie abwich, und die Höhe des Waſſerſtandes über *R* betrug 31,7 Zoll. Ein Kubikſchuh Waſſer ſprang in 161″ hervor. — Aus einer angeſetzten cylindriſchen Röhre von eben demſelben Durchmeſſer, die 10 Linien lang war, ſprang 1 Kubikſchuh Waſſer in 121″ heraus.

Bei einer Waſſerhöhe von 56 Zoll gab die nämliche Oeffnung, ohne Röhre, einen Kubikſchuh Waſſer in 123″, und bei der nämlichen davor geſetzten Röhre, in 91″.

Dieſe beiden Reſultate verbunden, geben für den Ausfluſs mittelſt ſenkrecht aufſteigender Strahlen aus der Oeffnung einer dünnen Platte, und aus einer cylindriſchen Hülfsröhre, ein Mittelverhältniſs von 100 zu 134, und dieſes war gerade auch das Verhältniſs beim horizontalen Ausfluſſe der Waſſerſtrahlen.

Verſuch 22. Ich brachte die Glasröhre *QRT*, (Fig. 6,) an der zuſammengeſetzten Röhre *ACMN*, Fig. 5, im Punkte *S* an, ſo daſs die Entfernung *BS* 24 Linien betrug. In dieſer Lage ſtieg das Fluidum *T* nicht mehr in der Röhre an, ein Beweis, daſs die Seitenbewegung des Fluidi in der cylindriſchen Röhre ſehr nahe um die Stelle vorgeht, wo der Waſſerſtrahl ſich am meiſten verengert, und daſs folglich *DR* plötzlich auf die Seitenwand *GM* ſtöſst.

Aus dieſem Verſuche ſehen wir auch, daſs die Entfernung *BR*, in welcher die ſeitwärts gehenden Waſſeradern *DR* an die Seiten der Röhre anſchlagen, nicht ganz 24 Linien beträgt. Wenn man *DO* 20 Linien ſetzt, ſo iſt die Zeit, in welcher das Theilchen *D* den Raum *DO* durchſtrömt, in meinen Verſuchen kleiner als o″,01. Zerfällen wir die krummlinige Bewegung *DR* in die beiden Bewegungen nach *DO*, *OR*, und ſetzen, daſs die Beſchleunigung nach *OR* gleichförmig ſey, ſo wird man finden, daſs dieſe Beſchleunigung wenigſtens fünfmahl gröſser iſt, als die der ſchweren Körper. Beſtünde die Seitenkraft nach *OR* bloſs aus der gegenſeitigen Attraktion der Waſſertheile, ſo müſste dieſe Attraktion des Theilchens *D* nicht nur die Trägheit des Theilchens ſelbſt, ſondern auch die Trägheit der andern Theilchen überwinden, die der Achſe näher ſind und *D* in ſeinem Ausweichen durch *DR* folgen; müſste ihnen folglich eine Summe von Beſchleunigungen eindrücken, die bei wei-

fem gröſser wäre, als die Beſchleunigung der Schwere. Nun aber iſt die Stärke der Attraktion eines Waſſertheilchens nicht gröſser, als die natürliche Schwere eines Waſſerfädchens, das höchſtens eine Linie lang iſt. Folglich iſt die Seitenmittheilung der Bewegung, welche die Beſchleunigung durch *OR* verurſacht, eine weit gröſsere Wirkung, als durch die gegenſeitige Attraktion der Waſſertheilchen hervorgebracht werden könnte.

Siebenter Satz.

Der Ausfluſs aus einer gegebenen cylindriſchen Röhre läſst ſich durch ſchickliche Hülfsröhren, bei einerlei Waſſerſtande, in dem Verhältniſſe von 10 *zu* 24 *vermehren.*

Ich werde hier die verſchiedenen Maaſsregeln entwickeln, die man nehmen muſs, wenn man aus einer cylindriſchen Röhre von gegebener Länge den gröſstmöglichen Ausfluſs aus einem Behälter bewirken will.

1. *Das vordere Ende der Röhre* AD, (*Fig.* 12,) *muſs mit einem koniſchen Mundſtücke* AB, *von der Form des verengerten Waſſerſtrahls, verſehen ſeyn;**) dieſes vermehrt den Ausfluſs im Verhältniſſe von 10 : 12,1. Jede andere koniſche Form des Mundſtücks vermehrt ihn weniger. Iſt es z. B. in *A* zu weit, ſo fällt die gröſste Verengerung des Waſſer-

*) Boſſut, Art. 509.

ſtrahls über *B* hinaus, und der Querſchnitt des Strahls iſt dort kleiner als der Querſchnitt der Röhre.

2. *An dem andern Ende der Röhre* BC *bringe man gleichfalls eine Röhre* CD *in Geſtalt eines abgekürzten Kegels an, die* 9*mahl ſo lang als in* C *weit iſt, und deren hinterer Durchmeſſer in* D *den vordern in* C 1,8*mahl in ſich faſſt.* Der Ausfluſs wird dadurch im Verhältniſſe von 12,1 : 24 vermehrt, (Verſuch 16,) und folglich wird der Ausfluſs durch beide Anſätze *AB*, *CD* in einem Verhältniſſe von 10 : 24 vergröſsert.

Im alten Rom kauften ſich Privat-Perſonen das Recht, Waſſer aus den öffentlichen Behältern in ihre Häuſer abzuleiten. Das Geſetz verbot ihnen, die ableitende Röhre innerhalb der erſten 50 Schuh gröſser zu machen, als die Oeffnung, die man ihnen in dem Behälter zugeſtanden hatte. *) Der Geſetzgeber wuſste alſo, daſs eine angeſetzte Röhre, die gröſser wäre als die Mündung, den Ausfluſs vermehrt; allein er hatte nicht gemerkt, daſs man das Geſetz hintergehen konnte, wenn man die Röhre *CD* über 50 Schuh hinaus anbrachte.

Aus dieſer zweiten Regel lernen wir, daſs es gut iſt, wenn man die Röhren eines Kamins in dem Zimmer nicht allzu weit macht, und dafür ſie weiter oben in dem Gebäude in der Form *CD*, (Fig. 12,) erweitert. Dieſe obere Erweiterung wird ſelbſt

*) Frontin. *de aquaeduct.*, Art. 205, 106 et 112.

dann das Haus vom Rauche frei erhalten, wenn man die Feuerherde in den obern Stockwerken nicht mit hinlänglich langen Schornsteinen versehen kann. Dasselbe ist der Fall bei chemischen Oefen, die eine grosse Hitze geben sollen.

3. *Die Röhre* BC *muss geradlinig, ohne Knie und ohne Krümmung seyn.* Zu den Versuchen, die Bossut hierüber gemacht hat, *) füge ich folgende hinzu.

Versuch 23. Die beiden Röhren *ABC*, *DEF*, (Fig. 13,) waren 15 Zoll lang, hatten ein konisches Mundstück, in Gestalt des verengerten Wasserstrahls, waren in *A*, *D* 18 Linien, übrigens 14,5 Linien weit, und wurden an die Mündung *P* des Behälters Fig. 10 angesetzt, dass ihre Biegungen in einer horizontalen Ebene lagen. Ich hatte sie beide sorgfältig aus Kupfer arbeiten und mit Silber löthen lassen. Die Biegung *DEF* war rechtwinklig, und die Biegung *BC* nach einem Quadranten geformt. Um dieses zu bewerkstelligen, hatte man die Röhre mit geschmolzenem Blei ausgegossen, damit sie ihre Weite beim Biegen nicht änderte. Der Ausfluss aus diesen beiden Röhren wurde mit dem Ausflusse aus einer cylindrischen geradlinigen Röhre von denselben Dimensionen verglichen. Ich erhielt, bei einer Wasserhöhe von 32,5 Zoll, 4 Kubikschuh Wasser, aus der geraden cylindrischen Röhre in 45″, aus der krummlinigen *ABC* in 50″, und aus

*) Art. 631 seqq.

der Röhre *DEF*, die das rechtwinklige Knie hatte, in 70″.

4. *Es kömmt viel darauf an, daſs die Röhre* BC, (*Fig.* 12,) *in ihrer ganzen Länge gleich weit ſey.* Dabei iſt es nicht genug, keine einwärts gehenden Beulen zuzulaſſen, ſondern die Röhre muſs auch nirgends Bauchungen haben, da dieſe den Ausfluſs faſt eben ſo ſtark, als es die Beulen thun, vermindern. Die Röhre *AO*, (Fig. 14,) liefert, bei ihren vielen Erweiterungen *DE*, *HI*, doch weit weniger Waſſer, als geſchehen würde, wenn ſie in ihrer ganzen Länge den Durchmeſſer *B* hätte. Hier ein Verſuch, der dieſer Theorie völlig entſpricht.

Verſuch 24. Das koniſche Mundſtück *A*, (Fig. 12,) hatte die Geſtalt des verengerten Waſſerſtrahls, und wurde an die Oeffnung *P*, (Fig. 1,) angebracht; weiterhin hatte die Röhre abſatzweiſe bauchige Erweiterungen von folgender Gröſse: Die Durchmeſſer betrugen in *A* 11,2, in *B*, *C*, *F*, *G* u. ſ. w. 9, und in *D*, *E*, *H* u. ſ. w. 24 Linien; die engern Stücke *BC*, *FG* u. ſ. w. waren 20, die koniſchen *CD*, *EF*, *GH* u. ſ. w. 13, und die cylindriſchen Erweiterungen *DE*, *HI* u. ſ. w. im erſten Falle 38, im zweiten 76 Linien lang. Indeſs blieb der Erfolg des Verſuchs für beide Fälle der nämliche.

Zahl der erweiterten Stellen.	Zeit des Ausfluſſes von vier Kubikſchuh Waſſer.
0	109″
1	147″
3	192″
5	240″

Ich ſetzte darauf vor die Oeffnung *P* eine cylindriſche Röhre, ohne Erweiterungen, welche dieſelbe Form und denſelben Durchmeſſer wie *ABC*, und dabei eine Länge von 36 Zoll hatte, das iſt, dieſelbe Länge als die vorige Röhre mit fünf Erweiterungen. Nun floſſen vier Kubikſchuh Waſſer in 148″ aus.

Während das Waſſer von *C* nach der Mitte der Erweiterung *DE* flieſst, geht ein Theil der Bewegung in die Waſſertheilchen, welche in der Erweiterung zur Seite liegen, von der Richtung *CF* abwärts, divergirend über, und verliert ſich in Wirbeln oder im Anſtoſse wider die Seitenwände. Folglich bleibt für das folgende Stück der Röhre *FE* eine Geſchwindigkeit, die um ſo viel kleiner iſt. Gerade derſelbe Grund macht, daſs der Puls in den Arterien über die Pulsadergeſchwülſte, (*Aneurismen*,) hinaus aufhört, oder doch nur ſchwach iſt.

Aus dieſer Betrachtung läſst ſich noch folgern, daſs, wenn die innern Unebenheiten einer Röhre

den Ausfluſs vermindern, dabei das Reiben des Waſſers an den Wänden nicht ſehr in Betracht kommt. Eine geradlinige Röhre möchte immerhin inwendig polirt und in ihrer ganzen Länge weiter als die Oeffnung ſeyn, an welche man ſie vorſetzt, doch würde ſie, wenn ſie Erweiterungen hätte, den Ausfluſs um vieles vermindern. Dieſes iſt ein merkwürdiger Umſtand, auf den man vielleicht bei der Verfertigung hydrauliſcher Maſchinen nicht genug geſehen hat. Bei ihnen ſind Bauchungen nicht minder ſchädlich als Knien und Verengerungen, und manchmahl kann durch eine einzige erweiterte Stelle einer Röhre der ganze Vortheil einer ſinnreichen Anordnung hydrauliſcher Maſchinen verloren gehen. *)

(Die Fortſetzung folgt.)

*) Hier ſollte nun der Seite 428, Anmerk. 2, verſprochene Aufſatz Venturis: *Ueber die Verengerung eines Waſſerſtrahls, der durch eine Oeffnung in einer dünnen Platte ausſtrömt*, folgen. Um aber den Platz nicht den beiden folgenden Aufſätzen zu benehmen, muſs ich ihn bis auf das erſte oder zweite Heſt des folgenden Bandes verſparen. *d. H.*

V.

EINIGE BEMERKUNGEN zu GUYTONS *Abhandlung über das Verbrennen des Diamanten,*

vom

Herausgeber.

(Zu Seite 400.)

1.

Guytons Reſultat geht dahin, daſs 17,88 Theile Diamant 82,12 Theile Sauerſtoff, dem Gewichte nach gerechnet, erfordern, um ſich damit ganz in Luftſäure zu verwandeln, während, nach Lavoiſiers genauen Verſuchen, 28 Theile völlig gereinigter Holzkohle dazu nur 72 Theile Sauerſtoff bedürfen. Guyton zieht daraus den Schluſs, daſs der Kohlenſtoff in der Holzkohle ſchon mit einem Antheile an Sauerſtoff geſchwängert ſeyn müſſe, und daſs nicht ſie, ſondern eher der Diamant, aus völlig reinem Kohlenſtoffe beſtehe. Dieſes angenommen, und vorausgeſetzt, daſs in dem kohlenſauren Gas Kohlenſtoff und Sauerſtoff ſtets nach einerlei Verhältniſſe, und zwar einander völlig ſchwängernd, vorhanden ſind; ſo folgt daraus, daſs 17,88 Theile reiner Kohlenſtoff oder Diamant erſt mit 82,12 Theilen Sauerſtoff ſich völlig ſchwängern, und daſs dieſe Stoffe in je 100 Theilen Kohlenſäure ſtets nach jenem unveränderlichen Verhältniſſe vorhan-

den ſind: eine Folgerung, auf die ich die folgenden Berechnungen gründe.

Verbinden ſich 72 Theile Sauerſtoff mit 28 Theilen völlig gereinigter Holzkohle zu Kohlenſäure, und ſind in 100 Theilen dieſer Säure ſtets 17,88 Theile reiner Kohlenſtoff und 82,12 Theile Sauerſtoff enthalten; ſo folgt daraus, daſs, (wofern die gereinigte Holzkohle, nach Guytons Angabe, nur $\frac{1}{200}$ an Aſche und eine ganz unbedeutende Menge von Waſſerſtoffgas giebt, folglich lediglich aus geſäuertem Kohlenſtoffe beſteht, *)) in 28 Theilen gereinigter Holzkohle 17,88 Theile reiner Kohlenſtoff und 10,12 Theile Sauerſtoff enthalten ſeyn müſſen, oder daſs 100 Theile gereinigter Holzkohle aus 0,005 feuerbeſtändigen Theilen, 63,7 Theilen Kohlenſtoff und 35,8 Theilen Sauerſtoff beſtehen.

2. In der Glühehitze hat bekanntlich der Kohlenſtoff eine ſtärkere Verwandtſchaft als der Stickſtoff zum Sauerſtoffe, und zerſetzt daher die Salpeterſäure. Dem bis zum Rothglühen erhitzten Salpeter zugeſetzt, detonnirt er damit und verwandelt den Salpeter in kohlenſaures Kali, und iſt weiter kein anderer brennbarer Stoff vorhanden, der auf dieſelbe Art auf den Salpeter wirkt, ſo iſt die

*) Findet dieſe Vorausſetzung nicht ſtatt, und iſt in der Holzkohle ein beträchtlicher Antheil an Waſſerſtoff enthalten, ſo würde freilich der Antheil an Sauerſtoff etwas anders ausfallen.

Menge von Kohlenſtoff der Menge des alkaliſirten Salpeters proportional. Nun fand Lavoiſier, als er völlig reinen Salpeter, mit vollkommen von Luft und Waſſer gereinigter Holzkohle vermiſcht, in eine kupferne Röhre ſtampfte, dieſe mit Waſſer ſperrte, und dann die Röhre bis zum Detonniren erhitzte, daſs von einem Theile Holzkohle 7,57, und, nach Kirwans Berechnung, 7,868 Theile Salpeter zerſetzt wurden; *) oder daſs, um 100 Theile Salpeter zu verpuffen, 13,21, und, nach Kirwans Berechnung, 12,709 Theile völlig gereinigter Holzkohle erforderlich waren. Da nun die gereinigte Holzkohle nur zu 0,637 Theilen aus reinem Kohlenſtoffe beſteht, und dabei keinen andern, den Salpeter zerſetzenden, Stoff enthält; ſo muſs 1 Theil Diamant oder reiner Kohlenſtoff mit $\frac{7,57}{0,637}$, d. i., 11,88, oder, nach Kirwans Rechnung, mit $\frac{7,868}{0,637}$, d. i., 12,35 Theilen Salpeter detonniren, und um 100 Theile Salpeter zu alkaliſiren, reichen 8,42 oder, nach Kirwans Rechnung, 8,12 Theile Diamant hin.

Vor ein Paar Jahren hat ein engliſcher Phyſiker, Tennant, wirklich Verſuche über das Verpuffen

*) Siehe Kirwans *Mineralogie*, 2te Aufl., Th. 1. Kirwan bringt nämlich noch das Waſſer in Anſchlag, deſſen ſich Lavoiſier zur Vermiſchung des Salpeters und der Kohle bedient hatte, und auf das Lavoiſier nicht Rückſicht nahm.

des Diamanten mit glühendem Salpeter angeſtellt. *) Er that den Salpeter, mit kleinen Diamanten vermiſcht, in eine goldene Röhre, und fand, daſs der ſonſt ſo ſchwer verbrennende Diamant ſo ſchon in mäſsiger Hitze gänzlich verzehrt wurde, und dabei den Salpeter in kohlenſaures Kali verwandelte. Eine Glasröhre, welche an die goldene Röhre luftdicht angekittet und mit dem pneumatiſchen Queckſilber-Apparate verbunden war, ſollte die ſich entwickelnden Gasarten in einen Recipienten leiten. Allein da, ehe der Diamant ſich entzündete, der Salpeter ſchon anfing zerſetzt zu werden, und ſich unter Ausſcheidung von Sauerſtoffgas alkaliſirte; ſo wurde faſt alle Kohlenſäure, die ſich bildete, vom Kali verſchluckt, und es ging nur Sauerſtoffgas mit ſo wenigem kohlenſaurem Gas über, daſs das Kalkwaſſer davon kaum getrübt wurde. Als Tennant $2\frac{1}{2}$ Gran kleiner Diamanten mit 120 Gran Salpeter $1\frac{1}{2}$ Stunde lang in der Rothglühehitze erhalten hatte, waren die Diamanten völlig verſchwunden; als er darauf den Rückſtand im Waſſer auflöſte, und durch Zuſatz von ſalzſaurer Kalkerde alle Kohlenſäure deſſelben mit Kalkerde verband, und ſie dann aus dieſer mittelſt eines Queckſilber-Apparats durch Zugieſsung von ſalziger Säure in Geſtalt von kohlenſaurem Gas ſchied, erhielt er, bei einer Wärme von 55° Fahrenh. und einem Barometerſtande von 29,8 engliſchen Zol-

*) Er beſchreibt ſie in den *Phil. Transact. for* 1797, p. 123—127. Tennants Aufſatz, mit einigen

len, ſo viel, als den Raum von 10,1, (bei einem zweiten Verſuche ſo viel als 10,3,) Unzen Waſſer einnehmen. Nun wiegt, nach Lavoiſiers Beſtimmungen, ein franzöſiſcher Kubikzoll Waſſer 373,

Bemerkungen Guytons, über die ſchon frühern, (1781,) von ihm angeſtellten Verſuche mit Diamanten, aus dem *Magaz. encyclop.*, An 2, No. 13, findet man überſetzt in Scherers *allgemeinem Journale der Chemie*, I, 287 f. Aus Guytons Bemerkungen hebe ich hier folgende, über *das electriſche Verhalten des Diamanten*, aus. „Die *Kohle* hat die Eigenſchaft, die electriſche Materie zu leiten; ſo auch der eiſenhaltige Kohlenſtoff, das iſt, das *Reiſsblei*, auf deſſen Eiſen der Magnet gar nicht wirkt. Sollte daher nicht auch der *Diamant* ein electriſcher Leiter ſeyn? Um dieſes auszumachen, legte Guyton 20 Diamanten, einen dicht an den andern, zuerſt in eine Rinne von Glas, dann auf einen Harzkuchen; ſie bildeten ſo eine 9 Centimeter lange Kette von Diamanten. Als er das eine Ende dieſer Diamantenreihe mit dem Conductor der Electrifir-Maſchine, das andere mit dem innern Belege einer Kleiſtiſchen Flaſche in leitende Verbindung ſetzte, wurde die Flaſche nur ſehr langſam geladen, und entlud ſich durch die Diamantenreihe hindurch nur ſehr ſchwach und unvollkommen. Der Verſuch wurde oft wiederholt, und immer blieb der Erfolg derſelbe, nur daſs bei ſehr ſtarker Electricität die Diamanten ſich auf dem Harzkuchen zu bewegen anfingen, aus der geſchloſſenen Kette traten, und wenn man ſich ihnen mit einer Pincette näherte, um ſie wieder in ihre Lage zu bringen, eben ſo zurückwichen. Hieraus

ein französischer Kubikzoll kohlensaures Gas, bei der angegebenen Wärme und Barometerhöhe, 0,695 Grains. Mithin ist das specifische Gewicht des letztern 0,00187, und da ein englischer Kubikzoll destillirtes Wasser unter diesen Umständen sehr nahe 253 englische Gran oder $\frac{253}{480}$ Unzen wiegt, so ist das Gewicht eines englischen Kubikzolls kohlensaures Gas 0,473 englische Gran, und es nehmen 10,3 Unzen Wasser einen Raum von 19,54 Kubikzoll ein. So viel kohlensaures Gas wiegt folglich 9,2 Gran. Wenn aber 2,5 Theile Diamant 9,2 Theile kohlensaures Gas gäben, so würden, um 100 Theile kohlensaures Gas zu erzeugen, etwa 27 Theile Diamant, folglich gerade so viel als von der gereinigten Holzkohle erfordert. Tennants Versuche stimmen folglich nicht mit Guytons Versuchen überein. Sollte das vielleicht in der zu grofsen Men-

folgt, dafs der Diamant zwar kein idioelectrischer Körper, aber doch ein *sehr schlechter Leiter* ist. Es wäre ein interessantes Problem, auszumachen, was der Kohle die leitende Eigenschaft giebt, und was diese dem Kohlenstoffe in seinem Zustande, wie er im Diamanten vorkommt, benimmt." — Ist Guytons neue Theorie richtig, dafs Holzkohle blofs Sauerstoff und Kohlenstoff enthält, der Diamant aber reiner Kohlenstoff ist; so wäre hierauf keine andere Antwort, als: der reine Kohlenstoff ist ein schlechter Leiter für die Electricität; hinzukommender Sauerstoff erhöht dagegen sein Leitungsvermögen: — eine Antwort, deren Richtigkeit durch fernere Versuche zu erproben wäre. *d. H.*

ge von Salpeter liegen, die er zuſetzte, da 2,5 Theile Diamant von den 120 Theilen Salpeter höchſtens 25 alkaliſiren, und mit ihnen Kohlenſäure erzeugen konnten? Hielt vielleicht das kohlenſaure Kali, oder das in zu groſser Menge entwickelte Sauerſtoffgas, Kohlenſtoff zurück? In jedem Falle hat Tennant weit weniger Sorgfalt auf Unterſuchung der Produkte nach dem Verbrennen, als Guyton verwandt, nicht einmahl die Kohlenſäure in den luftförmigen Produkten mit in Anſchlag gebracht, daher man ſchwerlich berechtigt iſt, ſeine Verſuche den Guytonſchen entgegen zu ſtellen.

3. Nicht bloſs der Kohlenſtoff, ſondern auch alle übrige entzündliche Körper, beſonders der Schwefel, Phosphor, die meiſten Metalle, der Waſſerſtoff im ſalpeterſauren Ammoniak u. ſ. f., zerſetzen den glühenden Salpeter und verpuffen mit ihm. Durch die Menge des alkaliſirten Salpeters läſst ſich folglich nur dann auf den Antheil an Kohlenſtoff ſchlieſsen, wenn es ſchon ausgemacht iſt, daſs der mit dem Salpeter verpuffende Körper, auſser dem Kohlenſtoffe keinen andern dieſer Stoffe enthält. Geſetzt auch, dieſes wäre mit dem *Reiſsblei*, der *Kohlenblende*, (*Anthracolit*,) und der *Kilkenny-Kohle* der Engländer, der Fall, ſo möchte es doch ſchwerlich bei den übrigen *Steinkohlen*, *Erdharzen* und *Braunkohlen* ſtatt finden, und alſo der Weg, den Kirwan im zweiten Theile ſeiner *Mineralogie* einſchlägt, um den Antheil dieſer Minerale an Kohlenſtoff daraus zu beſtimmen, wie viel er davon

brauchte, um 100 Theile Salpeter zu alkaliſiren, ſchwerlich der richtige ſeyn. Kirwan ſelbſt bemerkt, daſs die flüſſigen Bitumina, (Naphtha und Steinöhl,) hauptſächlich aus Waſſerſtoff und Kohlenſtoff beſtehen, und daſs die Steinkohlen und Erdkohlen eine ähnliche Natur haben. Sollte der Waſſerſtoff nichts zum alkaliſiren des Salpeters mit beitragen? oder ſind Kohlenſtoff und Waſſerſtoff in den Erdharzen ſo innig mit einander verbunden, daſs ſie in dieſer Vereinigung mit dem Salpeter nicht verpuffen, und daſs alſo Kirwan dadurch zu dem Schluſſe berechtigt wird: das, was in der Steinkohle ohne feſten Rückſtand verbrennt, mit dem glühenden Salpeter aber nicht verpufft, ſey Bergharz, (*Maltha,*) oder Bergpech, (*Aſphalt,*)? *)

Doch auch hiervon abgeſehen, ſo iſt in den Steinkohlen und Erdharzen der Kohlenſtoff eben ſo we-

*) Auf dieſer ſtillſchweigenden Annahme ſcheinen wenigſtens ſeine Angaben über die Beſtandtheile der Steinkohlen zu beruhen, nach welchen z. B. das Maltha 0,08 Theile Kohlenſtoff, der Aſphalt 0,31 Theile Kohlenſtoff und 0,68 Theile Bitumen, und die Whitehavner Steinkohle 0,57 Theile Kohlenſtoff und 0,41 Bitumen enthalten ſollen, weil ſie faſt ohne allen Rückſtand an Kohle und Aſche verbrennen, und doch, um 100 Theile Salpeter zu zerſetzen, 18,3 Theile Whitehavner Steinkohle, 33,54 Theile Aſphalt und 177,2 Theile Maltha erfordert werden, indeſs 12,7 Theile Holzkohle dazu hinreichen.

nig als in der Holzkohle rein, ſondern in etwas geſäuert vorhanden, und bei der Kenntniſs ihrer Brennbarkeit kommt es hauptſächlich auf dieſen Grad von Säuerung an; ein Umſtand, den freilich Kirwan noch nicht mit in Betracht ziehen konnte. *) Iſt es ausgemacht, daſs ein Körper blos aus geſäuertem Kohlenſtoffe und einigen zufälligen fixen Theilen beſteht; ſo iſt die Menge des glühenden Salpeters, den er beim Verpuffen alkaliſirt, ein einfaches Mittel, das Verhältniſs des Kohlenſtoffs

*) Kirwan, der noch die Holzkohle für völlig reinen Kohlenſtoff hielt, und da er fand, daſs von ihr 12,7, von der Kilkenny-Kohle hingegen nur 9,6 Theile erfordert wurden, um 100 Theile Salpeter zu alkaliſiren, ſich nicht anders zu helfen wuſste, als daſs er dieſes einem Mangel an Genauigkeit in den Verſuchen mit der Holzkohle zuſchrieb, rechnet für je 100 Theile zerſetzten Salpeter, 10,4 Theile Kohlenſtoff in den Erdharzen und Steinkohlen, die er mit dem Salpeter verpuffte. Da z. B. von der Whitehavner Steinkohle 18,3 Theile 100 Theile Salpeter alkaliſirten, ſo ſchlieſst er, daſs dieſe 18,3 Theile 10,4 Theile Kohlenſtoff, folglich die Whitehavner Steinkohle in 100 Theilen 57 Theile Kohlenſtoff enthalte. Allein da die Kilkenny-Kohle ſelbſt kein reiner, ſondern etwas geſäuerter Kohlenſtoff iſt, ſo erhält Kirwan nach dieſer Rechnung einen zu hohen Antheil an Kohlenſtoff; und überdies iſt in den verſchiedenen Steinkohlen und Erdharzen wahrſcheinlich der Kohlenſtoff ſehr verſchieden geſäuert, wie das ſchon der ſo verſchiedene Grad ihrer Brennbarkeit und der Gluth, den ſie geben, beweiſt.

und Sauerſtoffs in ihm zu beſtimmen. Ohnedies iſt eine Unterſuchung ſeiner luftförmigen Produkte dazu unentbehrlich, und dieſe möchte bei den Steinkohlen und Erdharzen mit beſondern Schwierigkeiten verbunden ſeyn.

4. Geſetzt, das *Reiſsblei*, (*Graphit* oder eiſenhaltiger Kohlenſtoff,) die *Kohlenblende*, (*Anthracolithes* oder Dolomieu's thonerdehaltiger Kohlenſtoff,*)) und die *Kilkenny-Kohle* der Engländer, enthielten auſser einigen feſten Beſtandtheilen keine andern flüchtigen, als geſäuerten Kohlenſtoff; ſo lieſse ſich ihr Antheil an beiden, und folglich der Grade ihrer Säuerung, folgendermaſsen berechnen:

Die ſtark und metalliſch glänzende *Kilkenny-Kohle*, die, friſch gebrochen, oft violett, ſonſt ſchwarz ausſieht, hart und von blätterigem Bruche iſt, nicht eher brennt, als bis ſie ganz entzündet iſt, ſich dann aber langſam ohne Kniſtern, Flamme oder Rauch bis auf 0,027 Theile Aſche gänzlich verzehrt, und die, einer Hitze von 27 Pyrometergraden ausgeſetzt, erſt nach 5 Stunden, als $\frac{9}{10}$ verflogen waren, ihren Glanz verlor, zerſetzt, nach Kirwans ſorgfältigen Verſuchen, 9,6 mahl ſo viel Salpeter, an Gewicht, beim Verpuffen, ſo daſs, um 100 Theile

*) Nur durch eine kleine Uebereilung ſteht dafür S. 397 kohlenſtoffhaltiger Alaun; eine unrichtige Benennung, die ich den Leſer zu verbeſſern bitte.

Salpeter zu alkalisiren, davon 10,416 Theile erfordert werden. Da nun von reinem Kohlenstoffe, (Diamant,) 8,1 Theile hinreichen, um 100 Theile Salpeter zu alkalisiren; so sind in 10,416 Theilen Kilkenny-Kohle 0,281 Theile fester Bestandtheile, 8,1 Theile reiner Kohlenstoff, und, (besteht der Ueberrest, unsrer Voraussetzung gemäfs, blofs aus Sauerstoff,) 2,035 Theile Sauerstoff enthalten, oder die Bestandtheile von 100 Theilen Kilkenny-Kohle sind 2,7 feste Theile, 77,7 Kohlenstoff und 19,6 Theile Sauerstoff. In ihr ist folglich der Kohlenstoff nicht halb so stark als in der Holzkohle gesäuert.

Die *Kohlenblende*, oder Guytons unverbrennliche Steinkohle, liefs, nach Guytons Versuchen, beim Verbrennen einen Rückstand von 0,05 an Asche, bestünde folglich, unter der obigen Voraussetzung, aus 0,95 Theilen halbgesäuertem Kohlenstoff. Da ein Theil derselben 7,87 Theile Salpeter alkalisirte, (S. 397,) folglich 100 Theile Salpeter mit 12,71 Theilen Kohlenblende verpuffen würden; so enthalten, hiernach, 12,71 Theile Kohlenblende 0,635 feste Theile, 8,1 Theil Kohlenstoff und 3,965 Theile Sauerstoff; oder ihre Bestandtheile sind in 100 Theilen: 5 Theile Thonerde, 63,73 Theile Kohlenstoff und 31,27 Theile Sauerstoff. Nach Haidingers Untersuchung hat dagegen die Kohlenblende 0,1 fester Bestandtheile an Thonerde, Kieselerde und Eisen, und dann würde sie nur 26,27 Theile Sauerstoff enthalten, folglich würde auch

in ihr der Kohlenſtoff minder als in der Holzkohle, doch immer mehr als in der Kilkenny-Kohle geſäuert ſeyn. Wieglebs Analyſe giebt ſelbſt 11,6 feſter Beſtandtheile, mithin 24,7 Theile Sauerſtoff.

Das *Reifsblei* ſoll gleichfalls 0,1 Theil an feſten Beſtandtheilen, und zwar an Eiſen, enthalten. Da ein Theil deſſelben, nach Scheele's Verſuchen, 10 Theile Salpeter alkaliſirte, folglich 100 Theile Salpeter von 10 Theilen Reifsblei zerſetzt wurden; ſo müſſen 10 Theile Reifsblei enthalten: einen Theil Eiſen, 8,1 Theil Kohlenſtoff und 0,9 Theile Sauerſtoff; oder die Beſtandtheile deſſelben ſind in 100 Theilen: 10 Theile Eiſen, 81 Theile Kohlenſtoff und 9 Theile Sauerſtoff; ſo daſs im Reifsblei der Kohlenſtoff, nächſt dem Diamanten, am mindeſten geſäuert wäre; Reſultate, die aufs beſte mit Guytons Theorie übereinſtimmen. Daſs Scheele nur ſo wenig kohlenſaures Gas aus dem Reifsblei erhielt, (S. 397, Anmerk.,) liegt wahrſcheinlich daran, daſs die übrige Kohlenſäure ſich mit dem Kali des Salpeters verband; und daſs Vandermonde, Berthollet und Monge beim Verbrennen des Reifsbleies mit einem Brennglaſe neben dem kohlenſauren Gas noch $\frac{1}{8}$ Waſſerſtoffgas erhielten, iſt der Zuſetzung des Waſſers, die dabei vorging, zuzuſchreiben.

5. Zum Beſchluſſe werden folgende Data hier nicht am unrechten Orte ſtehen.

	werden, um 100 Theile reinen Salpeter im Glühen zu zerſetzen, erfordert.
1. Nach den obigen Angaben und Berechnungen:	
vom Diamanten — — —	8,1 Theil
vom Reiſsblei — — —	10 Theile
von der Kilkenny-Kohle —	10,416 —
von der Kohlenblende —	12,71 —
von der gereinigten Holzkohle —	12,71 —
2. Nach Kirwans Verſuchen:	
Bergharz, (*Maltha*) — —	177,2 —
Bergpech, (*Aſphalt*) — —	33,54 —
Dichte Pechkohle, (*Compact cannel*)	13,85 —
Schieferkohle, (*Staty cannel*)	21,87 —
Whitehavner Steinkohle —	18,33 —
Wiganer Steinkohle — —	16,87 —
Swanſeyer Steinkohle — —	14,19 —
Leitrimer Steinkohle — —	14,58 —
3. Nach Grens minder ſorgfältigen Verſuchen in Aufſatz IX:	
Holzkohle — — —	13,33 —
Steinkohle — — —	12,5 —
Braunkohle im Mittel —	48,33 —
— von Wegewitz —	43,33 —
— von Beuchlitz —	43,33 —
— von Teuditz —	45 —
— von Pretſch —	45,83 —
— von Neukirchen	54,17 —
— von Langenbogen	50 —

Specifiſches Gewicht.	Sie enthalten in 100 Theilen Aſche.	Kohlenſtoff.	Sauerſtoff.
1,987 2,267	10	81	9
3,5	0	100	0
1,52	2,7	77,7	19,6
1,468	5 10 11,6	63,7	31 3 26,3 24,7
0.28 0,44	0,5	63,7	35,8
1,07			
1,117			
1,232			
1,426			
1,257			
1,268			
1,357			
1,351			
4			
1,39			
1,12			

VI.

Ueber das Verſchlucken verſchiedener Gasarten durch die Kohle; in einem Schreiben CANDOLLES *aus Genf an* DELAMÉTHERIE. *)

Sie wünſchen von mir eine detaillirte Nachricht über die merkwürdigen Verſuche des D. Roupe und des D. van Noorden, die für Sie von beſonderm Intereſſe ſeyn müſſen, da Sie ſich ſelbſt mit der Eigenſchaft der Kohle, Luft zu verſchlucken, beſchäftigt haben. Dieſe beiden Phyſiker bedienten ſich dazu eines kleinen und ganz bequemen Apparats, nämlich einer eiſernen Büchſe, auf die ſich der Deckel mittelſt hölzerner Handhaben, die an beide Stücke befeſtigt ſind, ſchnell und hermetiſch aufſchrauben läſst. Man wirft die glühende Holzkohle in dieſe Büchſe, ſchraubt ſie augenblicklich zu, und taucht ſie dann unter Waſſer, worin man ſie ſo lange läſst, bis ſie gänzlich verloſchen und erkaltet iſt. Es iſt merkwürdig, daſs ſich die Temperatur des Waſſers dadurch nicht auf eine am Thermometer wahrzunehmende Art erhöhet. Je länger man die Büchſe im Waſſer läſst, deſto beträchtlicher iſt die folgende Wirkung. Der Boden der Büchſe

*) *Journal de Phyſique*, T. V, p. 116; zu den *Annalen der Phyſik*, B. II, S. 366.

Büchſe läſst ſich auf einen Recipienten aufſchrauben, welcher mit der Gasart die von der Kohle verſchluckt werden ſoll, gefüllt iſt, und darauf wird der Hahn geöffnet, durch den das Gas zur Kohle tritt.

Wenn mich mein Gedächtniſs nicht trügt, ſo fanden ſie, daſs eine gleiche Menge von Holzkohle verſchluckte

25	Zoll	Waſſerſtoffgas,
49	—	Sauerſtoffgas,
60	—	Stickſtoffgas,
61	—	atmoſphäriſche Luft,
130	—	ſalpeteriges Gas,
160 bis 200	—	kohlenſaures Gas.

Die bloſse Anſicht dieſer Zahlen zeigt, daſs bei dieſem Verſchlucken eine Wahlverwandtſchaft thätig iſt. Das wird auch dadurch bewieſen, daſs *erſtens* einige Gasarten, wie z. B. die atmoſphäriſche Luft, plötzlich, andere, z. B. das kohlenſaure Gas, nur allmählig verſchluckt werden, und daſs *zweitens* die von einer Gasart geſättigte Kohle noch andere Gasarten nach wie vor verſchluckt.

Dieſes führte beide Phyſiker zu einem ſehr intereſſanten Verſuche. Läſst man die Kohle ſich erſt mit *Waſſerſtoffgas* ſchwängern, und bringt ſie dann in ein mit Queckſilber geſperrtes Gefäſs voll Sauerſtoffgas; ſo ſteigt das Queckſilber, weil dieſes Gas eingeſchluckt wird; dann ſteigt die Temperatur bis

auf 43° Reaum., und nach wenigen Augenblicken überziehen sich die Wände des Gefäfses mit einem dichten Wafserdunfte, und felbft mit kleinen Waffertröpfchen. Daffelbe findet in der atmofphärifchen Luft ftatt, doch nicht, wenn man die Kohle in Stickgas bringt. Hingegen bleibt der Erfolg derfelbe, wenn die Kohle erft in Sauerftoffgas und dann in Waffertoffgas gelegt wird.

Nach diefen Verfuchen, welche D. Rouppe und van Noorden in meiner Gegenwart wiederholten, bleibt es, wie mich dünkt, keinem Zweifel unterworfen, dafs hier eine Zufammenfetzung des Waffers vor fich geht. Die beiden Phyfiker find jetzt damit befchäftigt, zu erforfchen, was die Kohle hierzu eigentlich beiträgt; woraus für die Wiffenfchaft ein wahrer Gewinn entfpringen wird.

VII.

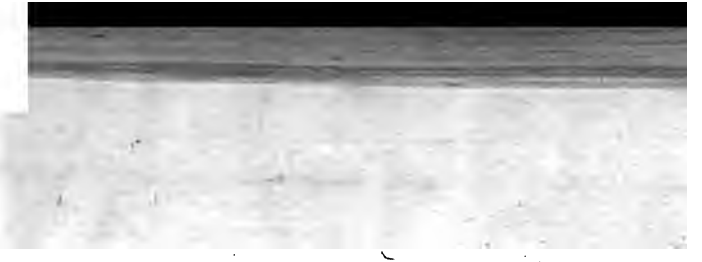
Athembarkeit des ſauerſtoffhaltigen Stickgas;

aus einem Briefe

H. DAVY's an WILL. NICHOLSON.

Clifton den 17ten April 1799.

Ich habe dieſer Tage eine Entdeckung gemacht, die ich durch Ihr *Journal der Phyſik* bekannt zu machen wünſchte, daſs nämlich das *ſauerſtoffhaltige Stickgas*, (*Oxide d'azote gazeux* oder Prieſtley's *dephlogiſtiſirte* Salpeterſäure,) wenn man ſie vollkommen von Salpetergas reinigt, athembar iſt. Es ſcheint das Leben länger als die atmoſphäriſche Luft zu unterhalten, und hat einige ſehr merkwürdige Eigenſchaften, die ich an einem andern Orte bekannt machen will. Dr. Mitchell's Theorie der anſteckenden Krankheiten wird dadurch ganz über den Haufen geworfen. Die Miſsgriffe Prieſtley's und der holländiſchen Chemiker rühren wahrſcheinlich daher, daſs ſie dieſes Gas nie ganz rein erhalten haben. Ich bin eben mit einem Aufſatze hierüber für den nächſten Band der *Weſt-country Contributions* beſchäftigt. — Damit dieſe Anzeige indeſs nicht Gelegenheit zu unglücklichen Verſuchen werde, ſo ſollen nächſtens die Merkmahle, wodurch ſich das athembare Gas von dem nicht athembaren unterſcheidet, bekannt gemacht werden.



B. Ein halb Loth Salpeter braucht zum Verpuffen:

a. von Holzkohlen		16 Gran
b. von Steinkohlen		15 Gran
c. von Braunkohlen	von Wegwitz	52 Gran
d. —	— von Beuchlitz	52 Gran
e. —	— von Teuditz	54 Gran
f. —	— von Pretzſch	55 Gran
g. —	— von Neukirchen	65 Gran
h. —	— von Langenbogen	60 Gran
i. —	— im Mittel	58 Gran

C. Um gleiche Stärke des Feuers hervorzubringen, brauchen wir alſo

		Maaſs.	Centn.
a. von Holzkohlen		$\frac{16}{1971200}$	oder 993
b. von Steinkohlen		$\frac{15}{6749177}$	oder 272
c. von Braunkohlen	von Wegwitz	$\frac{52}{3369356}$	oder 1000
d. —	— v. Beuchlitz	$\frac{52}{3876356}$	oder 1083
e. —	— v. Teuditz	$\frac{54}{3316067}$	oder 1199
f. —	— v. Pretzſch	$\frac{55}{3301818}$	oder 1224
g. —	— v. Neukirchen	$\frac{65}{3011481}$	oder 1511
h. —	— v. Langenbogen	$\frac{60}{3023067}$	oder 1462

D. Und da die Güte der Brennmaterialien ſich umgekehrt wie die Menge derſelben verhält, die man zur Zerſetzung einer gleichen Quantität Salpeter braucht; ſo drucken folgende Zahlen bei gleichem Gewichte die Güte der Kohlen aus:

a. der Holzkohlen	$\frac{1}{16}$ oder 625
b. der Steinkohlen	$\frac{1}{15}$ oder 666
c. der Braunkohlen von Wegwitz und Beuchlitz	$\frac{1}{52}$ oder 193
d. der Braunkohlen von Teuditz	$\frac{1}{54}$ oder 185
e. — — von Pretzſch	$\frac{1}{55}$ oder 183
f. — — von Neukirchen	$\frac{1}{65}$ oder 154
g. — — von Langenbogen	$\frac{1}{60}$ oder 166
h. — — im Mittel	$\frac{1}{58}$ oder 173

2. *Unterſuchung der Mutterlauge der Salzſohle aus dem königl. Siedehauſe zu Halle, die nach einem wöchentlichen Sieden übrig bleibt.*

Die unterſuchte Mutterlauge, ſo wie ſie nach der Verſiedung der *erſten* Pfanne von der Sohle übrig bleibt, war völlig klar. Ihr *ſpecifiſches Gewicht* war beträchtlich, denn bei einer Temperatur von 13° Reaum. betrug es im Vergleiche mit deſtillirtem Waſſer von eben dieſer Temperatur 1,213. Daher wiegt ein *rheinländiſcher Kubikfuſs* der Mutterlauge im kölniſchen Gewichte 79 Pfund, 12 Loth, 2 Quentchen, 43 Gran, und im Medicinalgewichte 77 Pfund, 23 Loth, 3 Quentchen, 4 Gran. Um die Beſtandtheile dieſer Mutterlauge und ihre quantitativen Verhältniſſe zu unterſuchen, wurden 1200 Gran in einem Glaſe auf dem Stubenofen gelinde und bis zur gänzlichen Trocknifs abgedunſtet. Dabei fiel ſchon ſehr frühzeitig eine Menge *Kochſalz-Kryſtalle* nieder. Es hielt ſchwer, die Feuchtigkeit völlig abzudunſten, wegen ihres ſtarken Zuſammenhanges mit der *ſalzſauren Kalkerde* in der Flüſſigkeit. Die endlich zurückbleibende ganz trockene Salzmaſſe wog 426 Gran.

Dieſe 426 Gran wurden in einem Glaſe mit Weingeiſt übergoſſen, vermittelſt einer Glasröhre damit zuſammengerührt, erwärmt, und nach dem Erkalten durch Druckpapier geſeihet. Der Zweck war, die ſalzſaure Kalkerde vom Kochſalze dadurch zu ſcheiden. Das Kochſalz blieb hierbei im Filtro zurück, und wurde wiederhohlt ſo lange mit Weingeiſt ausgeſüſst, bis ein Tropfen der durchgeſeiheten Lauge das kohlenſaure Gewächs-Alkali nicht mehr trübte.

Alle geſammelte geiſtige Laugen wurden in einem Glaſe wiederum auf dem Stubenofen abgedunſtet. Weil ſich aber dabei noch Kochſalz-Kryſtalle zeigten, die durch die Wäſſerigkeit des Weingeiſtes und der

Salzmaſſe aufgelöſt worden waren; ſo wurde der nach dem völligen Abdunſten zurückbleibende Rückſtand nochmahls in Alkohol aufgelöſt, und durch ein Filtrum das jetzt zurückbleibende wenige Kochſalz geſchieden und ausgeſüſst.

Die neue geiſtige Lauge wurde hierauf in einem Glaſe auf dem Stubenofen der Verdunſtung überlaſſen, bis ſie beim Abkühlen völlig erſtarrte. Dieſe zurückbleibende Salzmaſſe, die zerflieſslich, bitter und ſtechend von Geſchmack war, beſtand aus der *ſalzſauren Kalkerde* der Mutterlauge, und wog 187 Gran. Sie war noch nicht bis zur völligen Trockniſs abgedunſtet.

Das *Kochſalz*, welches in den vorhergehenden Operationen im Filtro zurückblieb, wurde darin mit deſtillirtem Waſſer wieder aufgelöſt; und die Laugen davon wurden ebenfalls in einem Glaſe bis zur Trockniſs abgedunſtet und kryſtalliſirt. Ich erhielt ſolchergeſtalt an *kryſtalliniſchem Kochſalze* 247 Gran.

Ich bemerke zu gleicher Zeit, daſs die ſalzſaure Kalkerde auch einen Gehalt auf *ſalzſaure Talkerde* zeigte, den ich ſonſt bei der Unterſuchung der Salzſohle nicht gefunden hatte, wahrſcheinlich, weil er in der Salzſohle nicht ſo in die Enge gebracht war, als in der Mutterlauge.

Es enthielt alſo die von mir zur Unterſuchung genommene Mutterlauge

	in 1200 Gran	in einem Kubikfuſse
an *kryſtalliniſchem Kochſalze* —	247 Gr.	16 Pf.
an *ſalzſaurer Kalkerde*, nebſt etwas *Talkerde* —	187 Gr.	12 Pf. 3 L. 2 Q. 44 Gr.
an Waſſer —	766 Gr.	49 Pf. 20 L. — 20 Gr.
	in 1200 Gr.	77 Pf. 23 L. 3 Q. 4 Gr. Medicinalgewicht

Da in dieſer Mutterlauge noch über ¼ an reinem Kochſalze enthalten iſt, ſo würde es ein Verluſt ſeyn, wenn ſie weggeſchüttet würde, denn mit jedem Kubikfuſſe derſelben würden über 16 Pfund Kochſalz verloren gehen, welches noch dazu ſchon ſehr concentrirt iſt. Weil ſie aber ſo viel zerfliefsbares Salz enthält, welches durch fortgeſetzte Anſammlung der Mutterlauge in den Pfannen ſich immer mehr und mehr anhäuft, ſo wäre zu wünſchen, daſs die Mutterlauge jedes Werks beſonders in einer eigenen Pfanne auf Kochſalz benutzt würde.

Halle, den 21ſten Jenner 1795.

F. A. C. Grenſ

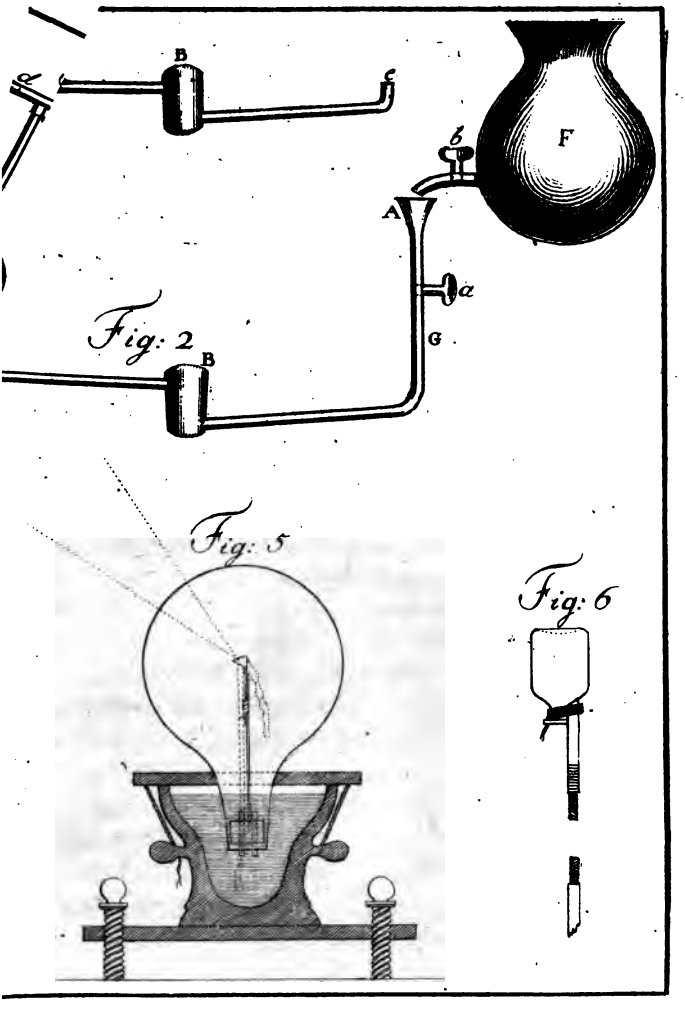
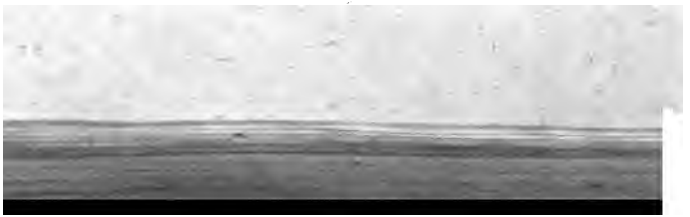
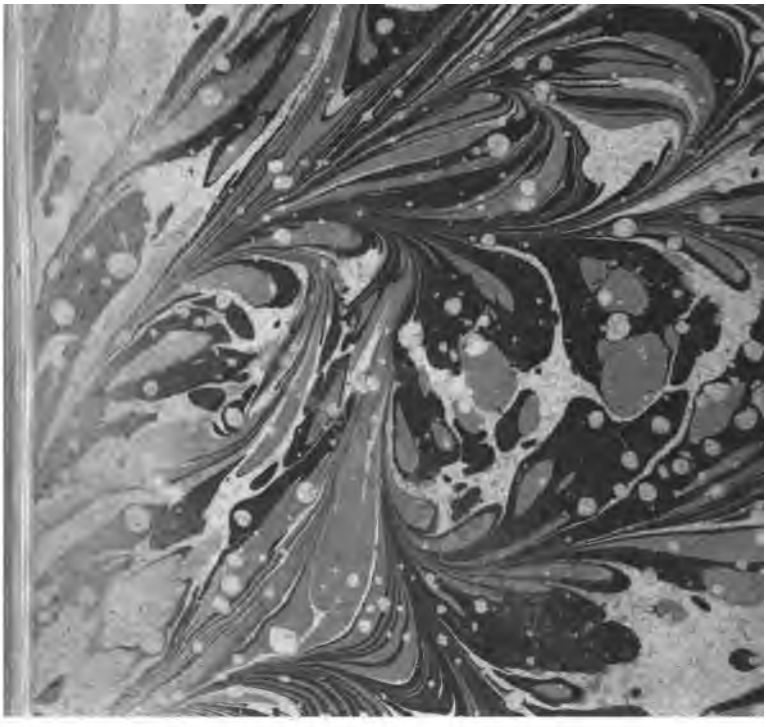


Fig: 2

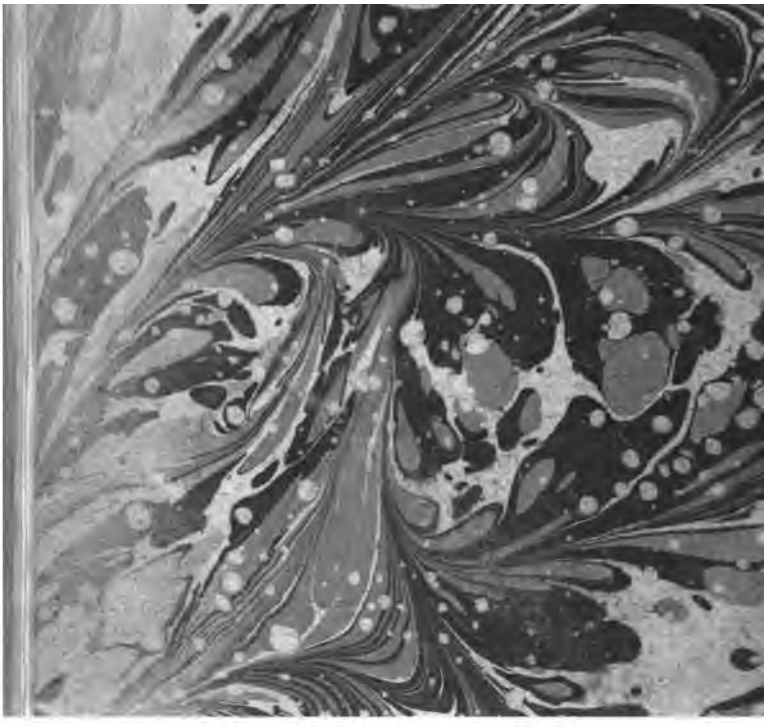
Fig: 5

Fig: 6





PHYSICS



PHYSICS